

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**LINDOMAR DE SOUZA MACHADO**

**EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CLONES DE CAFEEIRO CONILON NO  
ESTÁDIO INICIAL DE CRESCIMENTO QUANTO AO NITROGÊNIO**

**ALEGRE  
2015**

LINDOMAR DE SOUZA MACHADO

**EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CLONES DE CAFEEIRO CONILON NO  
ESTÁDIO INICIAL DE CRESCIMENTO QUANTO AO NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de *Magister Scientiae* em Produção Vegetal, na área de concentração em Fitotecnia.

Orientador: Prof. D. Sc. Marcelo Antonio Tomaz.

ALEGRE  
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

M149e Machado, Lindomar de Souza, 1988-  
Eficiência nutricional de clones de cafeeiro conilon no estágio inicial de crescimento quanto ao nitrogênio / Lindomar de Souza Machado. – 2015.  
78 f. : il.

Orientador: Marcelo Antonio Tomaz.

Coorientador: José Francisco Teixeira do Amaral.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Café conilon. 2. Plantas – Nutrição mineral. 3. Parâmetro alfa.  
I. Tomaz, Marcelo Antonio. II. Amaral, José Francisco Teixeira do.  
III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 63

---

**LINDOMAR DE SOUZA MACHADO**

**EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CLONES DE CAFEEIRO CONILON NO  
ESTÁDIO INICIAL DE CRESCIMENTO QUANTO AO NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de *Magister Scientiae* em Produção Vegetal, na área de concentração em Fitotecnia.

Aprovada em 23 de Fevereiro de 2015.

---

Prof. D. Sc. Marcelo Antonio Tomaz  
CCA-UFES (Orientador)

---

Prof. D. Sc. José Francisco Teixeira do Amaral  
CCA-UFES (Coorientador e membro interno)

---

Prof. D. Sc. Edvaldo Fialho dos Reis  
CCA-UFES (Membro interno)

---

Pesquisador D. Sc. Wagner Nunes Rodrigues  
CCA-UFES (Membro externo)

*A Deus,*

*Pelo dom da vida, pela saúde e pela sabedoria, porque sem Ele nada somos.*

## **AGRADEÇO**

*A minha GRANDE FAMÍLIA, em especial meus pais Elimar e Maria Aparecida, aos meus padrinhos Jose Ferrão e Cassia Ferrão que sempre me ajudaram, aos meus queridos e amados irmãos Renan, Natalia, Carlos Henrique, Junior e Yasmin;*

*A todos os meus amigos e familiares, em especial a minha namorada e companheira desta e de outras jornadas Cyntia Meiry, por sempre estarem comigo em todos os momentos.*

## **OFEREÇO**

*A cafeicultura.*

## **DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus primeiramente;

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de estudo. A CAPES, pela bolsa concedida e ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento de Café pelo apoio financeiro ao trabalho;

Ao Prof. D. Sc. Marcelo Antonio Tomaz, pela orientação segura ao decorrer da minha graduação e Pós-graduação, pelo respeito profissional, pelas sugestões valorosas e pela amizade;

Ao Prof. D. Sc. José Francisco Teixeira do Amaral, pela disponibilidade de coorientação do desenvolvimento deste trabalho, pelos conhecimentos passados e pela amizade ao longo desses sete anos em Alegre;

Ao Prof. D. Sc. Edvaldo Fialho dos Reis, por compartilhar com seus alunos os conhecimentos estatísticos, sinceridade e prontidão;

Ao pesquisador D. Sc. Wagner Nunes Rodrigues, pela grandiosa contribuição neste trabalho e pela amizade ao longo dos anos;

Aos professores do curso de Agronomia e do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelos ensinamentos repassados;

Aos amigos com que tive o prazer de trabalhar como Adan, Daniel, Lima, Márcio, Sebastião, Tafarel e Wagner obrigado pela parceria!

Aos meus grandes amigos Aymbiré Jr., Gabriel, João Paulo, Vini, Tiago e Werton obrigado pela amizade sincera!

Aos amigos do Alojamento com que convivi ao decorrer da minha graduação e Pós-graduação agradeço pela amizade e pelos grandes momentos de entretenimento partilhados.

“Viva como se fosse morrer amanhã, aprenda  
como se fosse viver para sempre.”

*Mahatma Gandhi*

## **BIOGRAFIA**

Lindomar de Souza Machado, filho de Elimar de Souza Machado e Maria Aparecida Rosa de Souza, nasceu em 07 de março de 1988, em Pinheiros, Estado do Espírito Santo. Coursou o ensino fundamental, entre 1997 a 2003, na Escola Estadual Irmã Maria Horta e o ensino médio no colégio Núcleo de Educação Orientada - NEO ambos em Vitória, ES. Em Agosto de 2007, iniciou a graduação e a finalizou em março de 2013 como Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Alegre, ES. Em março de 2013, iniciou o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), tendo defendido a dissertação em 23 de fevereiro de 2015.



## RESUMO

Em uma cafeicultura sustentável se deve respeitar aspectos econômicos, ambientais e sociais, para tal, deve-se priorizar cultivares que apresentem características fitotécnicas de interesse. Nesse contexto, a utilização de genótipos mais eficientes no aproveitamento de nutrientes disponíveis no solo pode ser determinante para qualificar a sustentabilidade do cultivo. Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito de doses de adubação nitrogenada no crescimento vegetativo, na produção de biomassa, bem como identificar clones eficientes ao nitrogênio. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com distribuição fatorial de 13x4, com três repetições, sendo os fatores: 13 clones que compõem a cultivar “Vitória Incaper 8142” e 4 doses de adubação nitrogenada. Aos 150 dias de cultivo avaliou-se as variáveis de crescimento: altura de planta, diâmetro de caule, número de ramos, número de folhas, área foliar, e as variáveis massa seca das raízes, da parte aérea e total. Avaliou-se também os índices de eficiência de absorção, translocação, utilização de nitrogênio e determinou-se a eficiência e a resposta com o parâmetro  $\alpha$  (alfa). Em todas as análises biométricas e das eficiências nutricionais, ficou evidenciado os distintos vigos e as respostas entre os clones dentro de cada nível de N. Em análise do parâmetro  $\alpha$  (alfa), destacam-se os clones CV-02, CV-05 e CV-13 que se mostraram eficientes e responsivos à adubação nitrogenada.

Palavras-chave: *Coffea canephora*. Nutrição mineral de plantas. Parâmetro alfa.

## ABSTRACT

In a sustainable coffee production should be respected economic, environmental and social aspects, to this end, priority should be given to cultivars producing phytotechnical features of interest. In this context, the use of more efficient genotypes in the use of nutrients available in the soil can be crucial to qualify the sustainability of farming. Thus, the objective was to evaluate the effect of nitrogen fertilization on vegetative growth, biomass production, as well as identify efficient clones to nitrogen. We used a completely randomized design with factorial distribution 13x4, with three replications, and the factors: 13 clones that make up the cultivar "Incaper Vitória 8142" and 4 levels of fertilizer nitrogen. After 150 days of cultivation we evaluated the growth variables: plant height, stem diameter, number of branches, number of leaves, leaf area, and variables dry mass of roots, aerial and total part. Was also evaluated the absorption efficiency index, translocation, and Nitrogen utilization efficiency was determined and the response to the  $\alpha$  parameter (alpha). In all biometric analyzes and nutritional efficiency, evidenced the zips and different responses among clones within each level of N. In analysis of the  $\alpha$  parameter (alpha), we highlight the CV-02 clones, CV-05 and CV- 13 that proved to be efficient and responsive to nitrogen fertilization.

Keywords: *Coffea canephora*. Mineral nutrition of plants. Parameter alpha.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos físicos e químicos do solo utilizado como substrato .....	24
Tabela 2 - Análise de variância das variáveis de crescimento altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de ramos (NR), número de folhas (NF) e área foliar (AF) dos clones de cafeeiro conilon influenciados por níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).....	29
Tabela 3 – Valores médios de altura de plantas - AP (cm), diâmetro de caule - DC (mm), número de ramos - NR, número de folhas - NF e área foliar - AF (m <sup>2</sup> ) dos clones de cafeeiro conilon influenciados por níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura) .....	30
Tabela 4 - Análise de variância das variáveis massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MST) dos clones de cafeeiro conilon influenciados por níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura) .....	46
Tabela 5 – Valores médios de massa seca de raiz - MSR (g), de massa seca da parte aérea - MSPA (g) e massa seca total - MST (g) dos clones de cafeeiro conilon influenciados por níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura) .....	47
Tabela 6 - Análise de variância de variáveis da eficiência de absorção (EFA), translocação (EFT) e utilização (EFU) dos clones de cafeeiro conilon influenciados por níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura) .....	56
Tabela 7 – Valores médios de eficiência de Absorção - EFA (mg.g <sup>-1</sup> ), eficiência de translocação - EFT (%) e eficiência da utilização - EFU (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> ) dos clones de cafeeiro conilon influenciados por níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).....	57
Tabela 8 - Classificação de clones de cafeeiro conilon que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, em relação à eficiência e à resposta à adubação nitrogenada .....	67

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Altura de planta (cm) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura). ...	35
Figura 2 – Diâmetro do caule (mm) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura). ....	37
Figura 3 – Número de ramos de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura). ....	39
Figura 4 – Número de folhas de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura). ....	41
Figura 5 – Área foliar de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura). ....	43
Figura 6 – Massa seca da parte aérea - MSPA (g) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura). ....	52
Figura 7 – Massa seca total - MST (g) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura). ....	54
Figura 9 – Eficiência de absorção - EFA ( $\text{mg.g}^{-1}$ ) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura). ....	61
Figura 10 – Eficiência de translocação - EFT (%) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura). ....	63
Figura 11 – Eficiência da utilização - EFU ( $\text{g}^2.\text{mg}^{-1}$ ) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura). ....	65
Figura 12 – Classificação de clones de cafeeiro conilon que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, em relação à eficiência e à resposta à adubação nitrogenada. ER = eficiente e responsivo; ENR = eficiente e não-responsivo; NER = não-eficiente e responsivo; e NENR = não-eficiente e não-responsivo.....	68

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Eficiência de absorção .....	26
Equação 2 – Eficiência de translocação.....	26
Equação 3 – Eficiência de utilização .....	26
Equação 4 – Parâmetro $\alpha$ .....	26

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
2.1	CAFÉ CONILON.....	16
2.2	CRESCIMENTO VEGETATIVO EM ESTÁDIOS INICIAIS DO CAFEEIRO ....	17
2.3	EFICIÊNCIA NUTRICIONAL .....	19
2.4	A IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO PARA O CAFEEIRO .....	21
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E COLETA DO SOLO .....	23
3.2	PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO .....	23
3.3	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	24
3.4	AVALIAÇÕES.....	25
3.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	28
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
4.1	DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CLONES DE CAFÉ CONILON INFLUENCIADOS POR DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	29
4.1.1	Variáveis de crescimento vegetativo .....	29
4.1.2	Variáveis de massa seca.....	45
4.1.3	Eficiência de absorção, translocação e utilização.....	56
4.2	EFICIÊNCIA E RESPOSTA DE CLONES DE CAFEEIRO CONILON QUANTO AO NITROGÊNIO .....	67
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>71</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) (USDA, 2014), sendo o estado do Espírito Santo o principal produtor de café robusta do país, contribuindo com 76,3% da produção nacional (CONAB, 2015).

A cultura do café, apesar da expansão e do crescimento de produtividade média por hectare ainda vem sofrendo com problemas de ordem financeira, com oscilações do preço, deparando-se com elevados custos com mão de obra e a elevação dos preços dos fertilizantes.

A identificação de genótipos eficientes e responsivos aos nutrientes aplicados surge como uma das premissas básicas para aprimorar o sistema de produção do cafeeiro conilon, baixando o custo e aumentando a renda do cafeicultor. Levando-se em consideração que o custo com fertilizantes contribui com aproximadamente 30% do custo total da produção, a otimização da eficiência nutricional de clones e cultivares de café conilon utilizados pelos cafeicultores reveste-se de grande importância (FAGERIA, 1998; AMARAL, 2002; BRAGANÇA et al., 2005; PEDROSA et al., 2014).

A cultivar clonal “Vitória Incaper 8142” foi lançada em 2004 pelo INCAPER objetivando renovar o parque cafeeiro do estado do Espírito Santo na busca da melhoria da produtividade média e da qualidade dos grãos. É formada por um conjunto de 13 clones superiores agrupados por possuírem simultaneamente uma série de características agronômicas de interesse (FONSECA et al., 2004).

Em função de variações na época de maturação dos frutos dos clones que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, preconiza-se que os mesmos sejam plantados em linhas, pois facilita o manejo da cultura de forma diferenciada de acordo com a necessidade de cada material clonal assim como a maturação uniforme dos grãos (FONSECA et al., 2004).

A cafeicultura deve almejar sustentabilidade para que seja competitiva, buscando maximizar o potencial produtivo da cultura. Para tal devem-se utilizar métodos de manejo que visem aumentar a produtividade e a rentabilidade do produtor.

Uma das formas mais eficientes de aumento de produtividade e rentabilidade são as correções da fertilidade do solo e a adequada nutrição da planta. Cada vez mais os plantios se expandem por extensas áreas de solos com baixa fertilidade natural, que aliado à elevada quantidade de nutrientes extraídos pela cultura, gera cada vez mais a necessidade de aplicação de fertilizantes (MARTINS, 2011). Segundo Martins et al. (2013b), o estudo da eficiência nutricional deve se basear em características como de crescimento, desenvolvimento, produção e nutrição das culturas.

Em programas de melhoramento preconiza-se a seleção de genótipos eficientes e adaptados às diferentes condições de solo. Em casos onde não seja possível a seleção, o estudo de eficiência nutricional pode proporcionar adequação de níveis nutricionais que tornem as culturas mais eficientes (CARDOSO, 2010).

O nitrogênio é o macronutriente mais utilizado pela cultura do cafeeiro, assim sendo necessários para o bom desenvolvimento da cultura, a sua falta é que mais limita seu crescimento e sua produção. O nitrogênio tem relação direta com o crescimento vegetal como, área foliar, que se expande levando ao acréscimo da taxa fotossintética (MALAVOLTA et al., 1993).

Objetivou-se neste trabalho avaliar a influência das doses de adubação nitrogenada no crescimento vegetativo, no acúmulo de massa seca e na eficiência nutricional de nitrogênio, dos treze clones de cafeeiro conilon que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, em condição de casa de vegetação.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CAFÉ CONILON

O cafeeiro conilon (*C. canephora*) é diploide com  $2n = 2x = 22$  cromossomos, alógama, com sistema de incompatibilidade do tipo gametofítico (CONAGIN; MENDES, 1961). Assim, não repetindo a característica da planta mãe, isso levava a grande desuniformidade nas lavouras de café conilon, quanto ao porte das plantas, ao potencial produtivo, à cor e ao formato dos frutos e à época de maturação. Para contornar esta situação, tem-se recomendado a propagação vegetativa de ramos ortotrópicos (FERRÃO et al., 2007).

O mundo passou a chamar essa espécie genericamente de “café robusta” devido à maior resistência a nematoides, pragas e doenças como a ferrugem do café, além de outras características como a tolerância à seca, baixa exigência nutricional e entre outras (FERRÃO et al., 2007).

O café robusta é a reunião de variedades da espécie *C. canephora*, entre elas a Kouillou, Robusta, Sankuru, Bukaba, Niaculi, Uganda, Maclaud, Laurentti, Petit, Indénié, Nana, Oka, Guarini IAC 1598, Bukobensis IAC 827, Robusta RN, Aboatã (FAZUOLI et al., 2007).

Atualmente, o Brasil é o segundo produtor mundial de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) (USDA, 2014), e o estado do Espírito Santo é o principal produtor de café robusta do país, contribuindo com 76,3% da produção nacional com 9.949 mil sacas beneficiadas em uma área 283.124 hectares, expressando uma média de 35,14 sc/ha (CONAB, 2015).

Alguns fatores foram determinantes para se chegar a esse patamar, entre eles o uso de cultivares melhoradas, fazendo do ES o principal produtor de café robusta do país. Tal fato se deve a trabalhos realizados em parcerias com produtores, empresas, Universidades Federais e pelo Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural – INCAPER (FERRÃO, 2007).

O Incaper desenvolveu para o estado do Espírito Santo nove cultivares de cafeeiro conilon entre os anos de 1993 a 2013, sendo que oito dessas com propagação clonal e uma via semente, entre elas “Vitória Incaper 8142” (SEAG, 2014).

Com o lançamento em 2004 da cultivar clonal “Vitória Incaper 8142” houve incremento da produtividade e melhoria da qualidade final da produção capixaba, pois o agrupamento desses 13 clones é devido à presença de características morfológicas e agronômicas consideradas superiores (FONSECA et al., 2004) entre elas alta produtividade, vigor vegetativo, estabilidade, tolerância à seca, tolerância à ferrugem, uniformidade de maturação dos frutos, porcentagem de grãos grandes e alto rendimento no beneficiamento (FERRÃO et al. 2007).

O Incaper recomenda algumas técnicas de cultivo para favorecer a produtividade da cultivar “Vitória Incaper 8142”, entre elas o uso dos 13 clones no plantio para que possa obter a média de 70 sacas beneficiadas por hectare em condições de ausência de irrigação (FONSECA et al., 2004).

Outra recomendação é que os mesmos sejam plantados em linha, pois favorecerá o manejo da lavoura com pragas, doenças, irrigação, adubação diferenciada e poda. Deve-se manter o estande entre 2.222 a 3.333 plantas ha<sup>-1</sup> e conservando o número total de hastes entre 12.000 a 14.000 hastes ha<sup>-1</sup> (FONSECA et al., 2004).

## 2.2 CRESCIMENTO VEGETATIVO EM ESTÁDIOS INICIAIS DO CAFEEIRO

Estudos voltados à descrição de características de crescimento e desenvolvimento em plantas em estágio inicial são de suma importância para programas de melhoramento de plantas para determinação de cultivares promissores em condições fitotécnicas adequadas e sob estresses hídricos, salinos, nutricionais e entre outros.

Neste sentido, em trabalho desenvolvido por Cardoso (2010) avaliando características vegetativas, de biomassa e eficiências nutricionais, com intuito de gerar dados que subsidiem a escolha de genótipos promissores a condição de baixa disponibilidade de nitrogênio e eficientes nutricionalmente, verificou-se que a massa seca total foi a característica de maior importância relativa para seleção de cultivares eficientes ao nitrogênio.

Entretanto, Paiva et al. (2009) relatam que durante o desenvolvimento de mudas é importante avaliar não apenas o acúmulo total de massa seca, mas também a forma com que ocorre sua alocação nas diferentes partes do corpo vegetal.

Em trabalho desenvolvido por Covre et al. (2013) avaliando crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café Conilon, observou-se que na maioria das características avaliadas, foi possível verificar uma variação no desenvolvimento inicial dos genótipos, mostrado pela formação de vários grupos de genótipos para cada variável e, a mudança na composição dos grupos de acordo com a característica considerada.

Covre et al. (2013) salientam que o dados obtidos em seu trabalho indicam que o manejo, principalmente no início da formação das plantas, deverá ser diferente entre os genótipos, confirmando a eficiência e recomendação do plantio em linhas intercaladas dos 13 genótipos da cultivar clonal 'Vitória 8142' como foi recomendado por Fonseca et al. (2004).

Segundo Fonseca et al. (2004), os 13 genótipos da cultivar clonal 'Vitória 8142', apresentam diferenças genótípicas, fenológicas e fisiológicas, tanto na fase vegetativa quanto na produtiva quanto a padrões de absorção e alocação de nutrientes, sendo estes observados por vários pesquisadores entre eles Covre et al. (2013), Martins et al. (2013a) e Martins et al. (2013b).

Estudando a eficiência nutricional de fósforo dos clones de cafeeiro conilon "Vitória Incaper 8142", Martins (2011) relatou a presença de comportamento significativamente diferenciado das variáveis de crescimento vegetativo, de biomassa e das eficiências estudadas, concluindo que os clones CV-04, CV-05 e CV-08 são eficientes e responsivos à adubação fosfatada.

Os clones CV-02, CV-03, CV-04, CV-09, CV-11 e CV-12 da cultivar clonal "Vitória Incaper 8142" segundo Covre et al. (2013), apresentaram adequado equilíbrio na repartição da biomassa entre parte aérea e raiz. Segundo Contarato et al. (2010), esse equilíbrio está intimamente relacionado com o desenvolvimento e a produtividade do cafeeiro, e ressaltam que os genótipos ideais são aqueles que apresentam alta produção de biomassa na parte aérea, seguido por um sistema radicular altamente desenvolvido e capaz de explorar grandes profundidades.

A correta interpretação do crescimento é instrumento usado com o objetivo primordial de gerar descrição clara do padrão de crescimento da planta ou de partes dela, permitindo comparações entre situações distintas, podendo ser aplicadas as mais diversas modalidades de estudos (BENINCASA, 2003; FERRÃO, 2004). A compreensão desse crescimento vegetativo é uma ferramenta importante, tanto na avaliação do estado fisiológico das plantas, quanto nas práticas de manejo da cultura (PARTELLI et al., 2010).

Em trabalho desenvolvido por Dardengo et al. (2009) observou-se que diferentes tensões e disponibilidade de água no solo também influenciam no crescimento inicial do cafeeiro conilon. O crescimento do cafeeiro pode ainda ser alterado por diferentes níveis de sombreamento como descrito por Braun et al. 2007, pelo tipo de solo em que está sendo cultivado (Dardengo et al. 2009).

Portanto, informações biométricas de crescimento da planta ou de partes dela, constituem ferramenta importante tanto para a compreensão da planta como entidade biológica, como do seu estado fisiológico, além de auxiliar na definição das práticas de manejo da cultura (MARTINS et al. 2010; DELCOMO, 2009).

## 2.3 EFICIÊNCIA NUTRICIONAL

O setor agrícola como um todo apresenta grande dependência dos insumos químicos, que vem elevando os custos de produção além de causar problemas ambientais. Para a melhoria deste panorama, programas de melhoramento têm despertado interesse no aproveitamento do potencial adaptativo de genótipos a condições adversas (CARDOSO, 2010).

Numerosos conceitos sobre a eficiência nutricional são relatados na literatura. A eficiência nutricional é termo utilizado para caracterizar as plantas na sua capacidade de absorver e utilizar os nutrientes e relacionada com a produção econômica por unidade de fertilizante aplicado (BALIGAR; FAGERIA, 1998).

Segundo Fageria (1998), pode-se determinar a eficiência nutricional de maneiras diferentes, como eficiência agrônômica, fisiológica e de produção de grãos. Algumas

eficiências são mais trabalhadas na nutrição de plantas, entre elas a eficiência de recuperação, que é determinada pela quantidade de absorção de nutrientes por unidade de nutriente aplicado ( $\text{kg.kg}^{-1}$ ) e a eficiência na utilização que é quantificada pela unidade de massa seca por unidade de nutrientes nos tecidos foliares ( $\text{kg.kg}^{-1}$ ) (MARTINS et al., 2015).

Os mecanismos que envolvem a aquisição e utilização de nutrientes devem ser bem interpretados para que não ocorram equívocos no estudo nutricional (TOMAZ et al. 2008), pois, cultivares podem apresentar capacidades análogas de absorção ou de acúmulo de um determinado nutriente, mas mesmo assim podem acontecer diferenças entre elas na produção de biomassa, resultante de diferenças na eficiência nutricional (EBERHARDT, 1999).

É definido por Swiader (1994) como eficiência de absorção a capacidade da planta em adquirir nutrientes do solo em razão do desenvolvimento radicular através da massa seca de raiz ou segundo Baligar e Fageria (1998) pelo comprimento do sistema radicular.

A determinação de uma planta ser eficiente na absorção de nutrientes está relacionada a alguns fatores, entre eles geometria e distribuição do sistema radicular, alterações químicas na rizosfera, presença de micorrizas, tolerância a condições de baixo pH, taxa mais rápida de absorção sob condições de baixas concentrações de nutrientes e entre outros (SOUZA, 1994; FAGERIA, 1998; FAGERIA e MOREIRA, 2011, MARTINS et al. 2015).

Para que uma planta seja considerada eficiente em translocar nutrientes, deve-se concentrar a maior porção do nutriente na parte aérea quando comparado com o nutriente total na planta (MARTINS et al. 2015).

Neste sentido, Li et al. (1991) caracterizaram plantas eficientes quando possuem alta capacidade de translocação e de retranslocação, que segundo Taiz e Zeiger (2013) está amplamente ligada à capacidade de absorção e movimentação dos íons através das raízes e, também, à capacidade do sistema de absorção liberar os íons para os vasos xilemáticos.

A eficiência de uso é subdividida em eficiência de aquisição, que corresponde ao total de nutrientes encontrados na planta por unidade de nutriente fornecido, e a eficiência de utilização, que é definida pela relação da massa seca total produzida por unidade de nutriente nas plantas (SWIADER et al., 1994). Em trabalhos recentes vem sendo mais difundido a eficiência na utilização com intuito de relatar genótipos com produção elevada de massa seca, com investimento mínimo de nutrientes aplicados (MARTINS et al. 2015).

As plantas podem ser agrupadas como "eficientes" e "ineficientes" (VOSE, 1987), e "responsivas" ou "não-responsivas", quando submetidas à avaliação de eficiência e resposta através do parâmetro genético denominado alfa quando avalia-se a conversão dos nutrientes em massa seca (BLAIR, 1993; CIAT, 1978; FOX, 1978; AMARAL et al. 2012; MARTINS et al. 2013b; CHRISTO et al. 2014).

## 2.4 A IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO PARA O CAFEIEIRO

O nitrogênio (N) é o elemento mais abundante na atmosfera terrestre (em torno de 70%). Nas plantas é componente responsável por várias reações além de fazer parte da estrutura da clorofila, de enzimas e de proteínas. Por ser elemento essencial, seu balanço afeta a formação de raízes, a fotossíntese, a produção e a translocação de fotoassimilados e a taxa de crescimento entre folhas e raízes, sendo o crescimento foliar primeiramente afetado (RYLE; POWELL; GORDON 1979, TAIZ; ZIEGER, 2013).

O N é o nutriente que mais limita o desenvolvimento, a produtividade e a biomassa da maioria das culturas (KRAISER et al., 2011). É o nutriente absorvido em maiores quantidades pela maioria das culturas, especialmente a do cafeeiro (PEREIRA, 1999).

Entre as deficiências nutricionais que ocorrem na cultura do café, a de N é a mais frequente. A eficiência da adubação nitrogenada é dependente das condições edafoclimáticas (teor de matéria orgânica, umidade e textura do solo), da época e do método de aplicação do fertilizante (VITTI et al., 1999).

Diferentes níveis, formas e épocas de aplicação de adubos nitrogenados são indicados, sendo que a adubação nitrogenada é indispensável para aumentos significativos de produtividade da cultura. Contudo, a cultura do café apresenta elevados custos de produção, entre eles com a adubação, assim, deve-se conhecer a real necessidade de nutrição da planta, principalmente, com relação ao nitrogênio (BRAGANÇA, 2005).

O uso de fertilizantes na cafeicultura é crescente, devido ao uso de solos com problemas de baixa fertilidade com o aumento da área plantada e da produtividade, há a necessidade crescente de utilização de nutrientes exigindo melhor compreensão da dinâmica dos nutrientes na cultura (REIS JR.; MARTINEZ, 2002; BRAGANÇA, 2005).

O nitrogênio é altamente exigido pelo cafeeiro, e sua deficiência diminui a capacidade fotossintética, bem como reduz o florescimento e a produção da planta (GUIMARÃES; MENDES, 1997).

Segundo Fenilli et al. (2008), o N é responsável pelos maiores aumentos vegetativos e reprodutivos na cultura. Malavolta (1986) relatou que este nutriente é responsável pelo crescimento rápido das folhas novas, tornando-as verdes e brilhantes. O nitrogênio proporciona crescimento da área foliar, das ramificações e dos ramos plagiotrópicos, das taxas fotossintéticas e maior produção de fotoassimilados (GUIMARÃES; MENDES, 1997).

Segundo Prezotti et al. (2007), o teor de N foliar é adequado para o cafeeiro em produção no Estado do Espírito Santo na faixa de 2,9 – 3,2 dag.kg<sup>-1</sup>. Segundo Malavolta (1997), o teor de N em Minas Gerais varia entre 2,7 – 3,2 dag.kg<sup>-1</sup>, na Colômbia de 2,5 – 3,0 dag.kg<sup>-1</sup> e na Costa Rica de 2,3 – 2,8 dag.kg<sup>-1</sup>.

Sintomas de deficiência de nitrogênio no cafeeiro se iniciam em folhas mais velhas, acarretando a perda de brilho e o amarelecimento. Esses sintomas ocorrem principalmente em épocas de secas e em períodos de crescimento do fruto; contribuindo com a queda de frutos menores, que caem com facilidade, e podem ainda levar a morte descendente dos ramos quando as folhas apresentam menos de 2,5 dag.kg<sup>-1</sup> de N e menos que 1,5 dag.kg<sup>-1</sup> de K (GUIMARÃES; MENDES, 1997).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E COLETA DO SOLO**

A coleta de solo foi feita na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, situada às margens da rodovia ES 482, próxima ao Km 77, no município de Alegre-ES. O local de coleta foi caracterizado como de relevo forte ondulado a montanhoso, com cobertura vegetal de pastagem de *Brachiaria* sp. A amostra de solo foi retirada a uma profundidade de 10-20 cm, descartando-se 10 cm da superfície para reduzir os efeitos da matéria orgânica.

#### **3.2 PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO**

Após coletado, o solo foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira de 2,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar. Foram retiradas subamostras representativas e encaminhadas ao laboratório de análises físicas, químicas de solos e de plantas do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), para caracterização física e química (Tabela 1). O solo foi caracterizado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa.



Tabela 1 – Atributos físicos e químicos do solo utilizado como substrato

Atributos	AVAarg
Areia (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	386,73
Silte (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	36,61
Argila (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	576,66
Densidade do solo (kg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	1,15
pH <sup>3</sup>	5,96
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>4</sup>	6,10
K (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>5</sup>	79,00
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>6</sup>	0,22
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>6</sup>	0,46
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>7</sup>	0,00
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>8</sup>	1,98
Soma de Bases (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,87
CTC potencial (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,85
CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,87
Saturação por bases (%)	30,59
Saturação por alumínio (%)	0,00
Matéria Orgânica (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>9</sup>	13,7

<sup>1</sup>. Método da pipeta (agitação lenta); <sup>2</sup>. Método da proveta; <sup>3</sup>. pH em água (relação 1:2,5); <sup>4</sup>. Extraído por Mehlich 1 e determinado por colorimetria; <sup>5</sup>. Extraído por Mehlich 1 e determinado por fotometria de chama; <sup>6</sup>. Extraído com cloreto de potássio 1 mol L<sup>-1</sup> e determinado por titulometria; <sup>7</sup>. Extraído com cloreto de potássio 1 mol L<sup>-1</sup> e determinado por espectrofotômetro de absorção atômica; <sup>8</sup>. Extraído com acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0 e determinado por titulometria; e <sup>9</sup>. Extraído por oxidação, via úmida, com dicromato de potássio em meio sulfúrico e determinado por titulação (EMBRAPA, 1997).

### 3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi montado seguindo um esquema fatorial 13x4, sendo os fatores: 13 clones que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142” (CV-01, CV-02, CV-03, CV-04, CV-05, CV-06, CV-07, CV-08, CV-09, CV-10, CV-11, CV-12 e CV-13) e 4 níveis de adubação nitrogenada (0%, 50%, 100% e 150% do recomendado de N), em um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

A recomendação foi de acordo com o proposto por Prezotti et al. (2007), que é a recomendação vigente para o Estado do Espírito Santo. A parcela experimental foi constituída de uma muda por vaso.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre-ES.

Posteriormente, o solo foi separado em amostras, as quais foram pesadas em balança de precisão até atingirem 10 kg, e acondicionadas em vasos plásticos, com capacidade para 14 litros.

O uso da calagem foi necessária para correção do teor de Ca e a elevação da saturação de bases de acordo com Prezotti et al. (2007). Foi utilizado o calcário calcítico com PRNT de 100% (2,19 g/vaso).

As adubações com nitrogênio foram realizadas em quatro aplicações, iniciando 30 dias após o plantio, com intervalo de 30 dias entre aplicações; o fósforo e o potássio foram aplicados em dose única no ato do transplante das mudas. Para todas as adubações os nutrientes foram fornecidos através de sais p.a. Após a aplicação das doses de  $P_2O_5$ , efetuou-se o plantio das mudas de café conilon que foram fornecidas pelo Incaper.

As doses de nitrogênio foram aplicadas após um mês de plantio nas parcelas referentes a 0%, 50%, 100% e 150% do recomendado de N para a cultura, sendo 0; 0,78; 1,56 e 2,34 g/vaso de N.

A irrigação foi realizada diariamente mantendo os níveis adequados para o desenvolvimento das plantas. O manejo fitossanitário e de plantas espontâneas foram realizados manualmente, quando necessário.

### 3.4 AVALIAÇÕES

Aos 150 dias de cultivo, efetuou-se a mensuração das variáveis de crescimento vegetativo: altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de ramos (NR), número de folhas (NF) e área foliar (AF).

A altura de planta foi obtida por meio de uma régua graduada, medindo-se do colo até o meristema apical do ramo ortotrópico, e expressando-se o valor em centímetros; o diâmetro do caule foi obtido por meio de um paquímetro de precisão, medindo-se a região do colo, sendo expresso em milímetros; número de ramos e de folhas foi obtido por contagem. Para a medição da área foliar utilizou-se o medidor integrador de área, área meter, modelo LI-3100 do fabricante LI-COR.

Após as avaliações de crescimento vegetativo, procedeu-se o corte das plantas, separando o caule e os ramos das folhas, sendo essas partes acondicionadas separadamente, em sacolas de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C até a massa constante, para a determinação da produção de massa seca de parte aérea (MSPA).

As raízes foram removidas dos vasos, lavadas, pesadas, secas a sombra e acondicionadas em sacos de papel, que foram colocados em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C até massa constante, para a determinação da produção de massa seca de raízes (MSR).

Para a determinação da MSPA e da MSR o material foi pesado em balança analítica de precisão, obtendo-se o resultado em gramas por planta. Sendo a MSPA, a soma do peso das massas secas da folha, do caule e dos ramos.

A massa seca da raiz e da parte aérea dos clones foi triturada, separadamente, em moinho Wiley, provido de peneira de aço inoxidável com malhas de 0,42 mm e acondicionada em sacos de papel para análises químicas dos teores de nutrientes (SILVA, 1999).

As determinações dos teores de N dos tecidos vegetais coletados de cada unidade experimental foram feitas de acordo com o método semimicro Kjeldahl (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

A partir da massa seca e dos conteúdos de N na planta, foram calculados os índices abaixo descritos (Equação 1, 2, 3 e 4).

Equação 1 – Eficiência de absorção (EFA)

$$EFA \left( mg \ g^{-1} \right) = \frac{\text{conteúdo de nutriente na planta (mg)}}{\text{massa seca de raiz (g)}} , \text{ (SWIADER et al. 1994);}$$

Equação 2 – Eficiência de translocação (EFT)

$$EFT (\%) = \frac{\text{conteúdo do nutriente na parte aérea (g)}}{\text{conteúdo do nutriente na planta (g)}} * 100 , \text{ (LI et al. 1991);}$$

### Equação 3 – Eficiência de utilização (EFU)

$$EFU (g^2 mg^{-1}) = \frac{[massa\ seca\ total\ (g)]^2}{conteúdo\ de\ nutriente\ na\ planta\ (mg)}, \text{ (SIDDIQI; GLASS, 1981).}$$

Foi calculado também, o parâmetro  $\alpha$  (alfa) proposto por Fox (1978) adaptado por Martins (2011), com intuito de classificar os clones quanto à eficiência e resposta à adubação nitrogenada, conforme a equação 4.

### Equação 4 – Parâmetro $\alpha$

$$Parâmetro\ \alpha = \frac{(MSPA\ na\ dose\ 100\% - MSPA\ na\ dose\ 0\%)}{P_2 - P_1}, \text{ (FOX, 1978) adaptado por}$$

Martins (2011).

Para o cálculo do parâmetro  $\alpha$  (alfa) foram utilizados os valores médios de MSPA no nível testemunha e no nível de 100% de adubação nitrogenada. Para os valores de  $P_1$  e  $P_2$  foi utilizada, respectivamente, a quantidade de N aplicado no solo referente ao nível 0% (testemunha) e ao nível de 100% de N recomendado (1,56 g/vaso).

Os resultados do parâmetro  $\alpha$  de cada clone foram dispostos no eixo das ordenadas e os valores médios de MSPA no nível de 0% de N nas abscissas, definiu-se o ponto de interseção referente ao nível de 50% de N, formando-se 4 quadrantes classificando os genótipos como:

ER - clones eficientes e responsivos, que resultam em alta produção em baixa concentração de N no solo e resposta à adubação nitrogenada;

ENR - clones eficientes e não-responsivos, que resultam em alta produção em baixa concentração de N no solo e baixa resposta à adubação nitrogenada;

NER - clones não-eficientes e responsivos, que apresentam baixa produção em baixa concentração de N no solo e resposta à adubação nitrogenada;

NENR - clones não-eficientes e não-responsivos, que apresentam baixa produção em baixa concentração de N no solo e baixa resposta à adubação nitrogenada.

### 3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011) e de acordo com as fontes de variação, foi utilizado o teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ) para os fatores qualitativos e a análise de regressão para os fatores quantitativos. Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t de Student em nível de 5% de probabilidade e pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CLONES DE CAFÉ CONILON INFLUENCIADOS POR DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

#### 4.1.1 Variáveis de crescimento vegetativo

A análise de variância, para as variáveis altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de ramos (NR), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de clones de cafeeiro conilon, a interação foi significativa ( $p \leq 0,05$ ) para clones de café conilon x níveis de adubação nitrogenada (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância das variáveis de crescimento altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de ramos (NR), número de folhas (NF) e área foliar (AF) dos clones de cafeeiro conilon influenciados por níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura)

FV	GL	AP	DC	NR	NF	AF
Clone (C)	12	110,904*	2,185*	9,067*	876,339*	3986412*
Níveis (N)	3	1255,510*	19,321*	197,134*	14748,256*	135999860*
C*N	36	27,765*	1,098*	3,092*	254,173*	2147093*
Resíduo	104	1,519	0,213	0,615	15,371	73407
Total	39					
CV (%)		3,20	6,30	9,33	5,87	6,13
Média geral		38,51	7,34	8,40	66,74	4422,69

\* significativo em 5 % de probabilidade, pelo teste F.

Estudando o comportamento dos clones em cada nível de N para as variáveis AP, DC, NR, NF e AF. Pode-se observar comportamento diferencial entre os clones de cafeeiro conilon devido à formação de grupos de médias distintos pelo teste de Scott-Knott em cada nível de N estudado (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios de altura de plantas - AP (cm), diâmetro de caule - DC (mm), número de ramos - NR, número de folhas - NF e área foliar - AF (m<sup>2</sup>) dos clones de cafeeiro conilon influenciados por níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura)

Clones	AP				DC			
	0%	50%	100%	150%	0%	50%	100%	150%
CV - 01	31,67 c	43,33 a	44,00 b	45,33 c	6,67 b	8,00 b	8,00 b	7,67 b
CV - 02	30,67 b	40,33 b	42,33 b	47,00 b	6,67 b	9,00 a	8,00 b	8,00 b
CV - 03	23,67 d	34,00 d	40,00 c	40,33 d	6,33 b	8,00 b	7,67 b	7,67 b
CV - 04	29,33 c	33,33 d	41,00 c	40,33 d	7,00 a	6,33 d	7,67 b	7,00 c
CV - 05	30,67 b	44,00 a	42,00 c	44,00 c	7,67 a	7,33 c	7,89 b	7,89 b
CV - 06	31,33 b	35,67 c	44,00 b	50,33 a	5,67 c	7,33 c	8,00 b	7,67 b
CV - 07	31,33 b	35,00 c	36,67 d	31,33 e	6,33 b	7,00 c	6,33 c	6,00 d
CV - 08	28,67 c	40,00 b	40,67 c	44,67 c	7,00 a	8,00 b	7,67 b	9,00 a
CV - 09	31,33 c	33,33 d	39,67 c	40,67 d	6,00 c	7,67 b	7,66 b	7,00 c
CV - 10	28,33 c	36,00 c	43,00 b	44,33 d	6,33 b	8,00 b	9,00 a	7,67 b
CV - 11	32,33 b	44,33 a	49,67 a	51,33 a	5,00 c	7,66 b	8,91 a	7,33 b
CV - 12	36,33 a	42,00 b	44,00 b	41,67 d	5,67 c	7,33 b	8,04 b	7,67 b
CV - 13	30,67 b	41,33 b	36,00 d	39,67 d	5,67 c	7,06 b	7,67 b	8,00 b

Clones	NR				NF			
	0%	50%	100%	150%	0%	50%	100%	150%
CV - 01	6,33 a	10,33 a	11,00 a	12,33 a	43,33 a	82,00 a	93,33 a	105,67 a
CV - 02	6,33 a	9,67 a	11,33 a	11,00 a	50,33 a	75,67 b	97,33 a	98,67 b
CV - 03	5,67 a	9,33 a	10,00 a	10,00 b	32,00 b	67,67 c	66,00 d	68,67 d
CV - 04	6,33 a	7,33 c	10,00 a	8,00 c	37,67 b	63,67 c	75,33 c	61,33 e
CV - 05	7,00 a	8,33 b	10,67 a	11,00 a	51,33 a	74,00 b	80,67 c	106,00 a
CV - 06	3,67 b	8,33 b	11,00 a	11,00 a	33,33 b	60,00 d	87,00 b	90,67 b
CV - 07	6,33 a	10,00 a	10,00 a	8,33 c	47,00 a	72,00 b	66,00 d	56,00 e
CV - 08	5,33 a	8,00 b	7,33 b	9,67 b	38,00 b	65,67 c	64,00 e	94,67 b
CV - 09	4,67 b	6,00 c	8,33 b	9,00 b	32,67 b	55,33 d	75,33 c	63,00 e
CV - 10	4,00 b	9,00 a	11,00 a	10,67 a	34,67 b	64,67 c	79,00 c	82,00 c
CV - 11	4,00 b	8,33 b	8,67 b	11,00 a	34,67 b	73,33 b	77,33 c	92,00 b
CV - 12	4,33 b	7,33 c	10,33 a	8,33 c	36,00 b	73,33 b	90,00 b	70,67 d
CV - 13	4,00 b	7,00 c	10,33 a	9,67 b	33,33 b	65,00 c	56,00 e	77,33 c

Clones	AF			
	0%	50%	100%	150%
CV - 01	2538 a	5023 a	6398 a	7267 a
CV - 02	2340 a	5309 a	6039 b	6370 c
CV - 03	1402 b	3937 c	5453 c	6383 c
CV - 04	1831 b	2495 d	6056 b	5519 d
CV - 05	2237 a	4397 b	5411 c	5769 d
CV - 06	1509 b	3845 c	5940 b	6461 c
CV - 07	1623 b	3861 c	4965 d	1786 f
CV - 08	2584 b	3664 c	4849 d	6851 b
CV - 09	1661 b	4310 b	5523 c	4368 e
CV - 10	1840 b	4158 b	5871 b	7417 a
CV - 11	1927 b	4926 a	5886 b	7237 a
CV - 12	1718 b	4339 b	6776 a	5809 d
CV - 13	2115 a	3489 c	4127 e	6968 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

A variável altura de plantas (AP) apresentou diversas formações de grupos de média nos níveis de N avaliados, sendo o nível de 150% de N que abrangeu maior número de grupos, total de cinco. Os clones CV-02 e CV-11 apresentaram elevados valores

médios em todos os níveis avaliados, variando entre o maior ou segundo maior grupo de médias em cada nível de N (Tabela 3).

Alguns clones apresentaram elevados valores médios de AP, variando o posicionamento do grupo de acordo com nível de N estudado; o clone CV-01 posicionou-se no grupo elevado de médias nos níveis de 50 e 100% de N, o CV-05 nos níveis de 0 e 50%, o CV-06 nos níveis de 0, 100 e 150% de N, o CV-07 apenas no nível de 0% de N, o CV-12 nos níveis de 0, 50 e 100% de N e o CV-13 nos níveis de 0 e 50% de N recomendado (Tabela 3).

Observa-se na variável diâmetro de caule (DC) nos níveis de 0 e 100% de N a formação de 3 grupos e nos níveis 50% e 150% de N a formação de 4 grupos de médias. Os clones CV-01, CV-02, CV-03, CV-08 e CV-10 apresentaram elevados valores médios em cada nível de N avaliado, posicionando-se nos grupos de maior ou segunda maior média estatisticamente (Tabela 3).

Os clones CV-04 e CV-05 se destacaram por apresentarem elevados valores médios no nível 0% de N na variável DC. Outro destaque foi observado pelo CV-11, posicionando-se no grupo superior de médias no nível de 100% de N recomendado juntamente com o CV-10 anteriormente citado (Tabela 3).

Na variável número de ramos (NR) há formação de 2 grupos nos níveis de 0 e 100% de N e 3 grupos de média nos níveis de 50 e 150% de N recomendado. Os clones CV-01 e CV-02 se enquadraram no grupo de médias superiores em todos os níveis de N avaliados. Outros clones como CV-03 e CV-07 apresentaram médias superiores nos níveis de 0, 50 e 150% de N assim como o clone CV-10 nos níveis de 50, 100 e 150% de N recomendado (Tabela 3).

Analisando o número de folhas (NF) dos clones de cafeeiro conilon, observa-se os CV-01 e CV-02 com elevada produção de NF em cada nível de N estudado; outros clones como CV-05 e CV-07 apresentaram produção de NF nos níveis 0 e 50% de N recomendado; o clone CV-06 se destacou diante dos demais nos níveis de 100 e 150% de N recomendado por exibir elevados valores de NF (Tabela 3).

Os elevados valores médios dos clones CV-01 e CV-02 na variável NF, levaram a elevados valores de área foliar (AF) nos níveis de 0, 50 e 100% de N, sendo o CV-



01 o único clone que apresentou maior valor de AF em todos os níveis de N avaliados.

Os demais clones apresentaram diversas formações de grupos de médias em AF de acordo com os níveis de N avaliados; o CV-13 destacou-se por apresentar elevada AF no nível de 0% de N, assim com o CV-05 nos níveis de 0 e 50% de N. Os clones CV-10 e CV-11 apresentaram comportamento similar na AF, com elevados valores nos níveis 50, 100 e 150% de N (Tabela 3). O clone CV-12 obteve a maior área foliar no nível de 100% de N recomendado juntamente com CV-01 anteriormente relatado (Tabela 3).

Ao observar as variáveis vegetativas no nível 0% de N, pode-se evidenciar, de maneira geral, que os clones CV-01, CV-02, CV-05 e CV-07 apresentaram valores elevados na maioria das variáveis de crescimento vegetativo em estudo. Resultados como estes são de suma importância principalmente para programas de melhoramento no sentido de selecionar clones que apresentam crescimento vegetativo elevado em condições de baixa fertilidade de N No solo (Tabela 3).

Os clones CV-01, CV-02 e CV-05, de maneira geral, no nível 50% de N recomendado para a cultura, mantiveram-se apresentando nas distintas variáveis vegetativas valores médios elevados, mostrando-se que em condições de baixo suprimento de N são superiores estatisticamente aos demais clones (Tabela 3).

Entretanto, observando as variáveis vegetativas no nível 100% de N, ficou evidenciado, de maneira geral, que os clones CV-01, CV-02, CV-10, CV-11 e CV-12 exibiram valores médios elevados na maioria das variáveis de crescimento vegetativo em estudo. Estes clones mostraram-se com grande vigor vegetativo quando comparado aos demais em condições normais de suprimento de nitrogênio no solo (Tabela 3).

Em condição de alto suprimento de N (150% de N recomendado) foi observado que os clones CV-01, CV-02, CV-05, CV-06, CV-10 e CV-11 apresentaram valores médios elevados na maioria das variáveis de crescimento vegetativo em estudo. Concomitantemente o CV-07 apresentou os menores valores médios das variáveis de crescimento, o que permite inferir uma possível sensibilidade do clone a altas doses de N (Tabela 3).

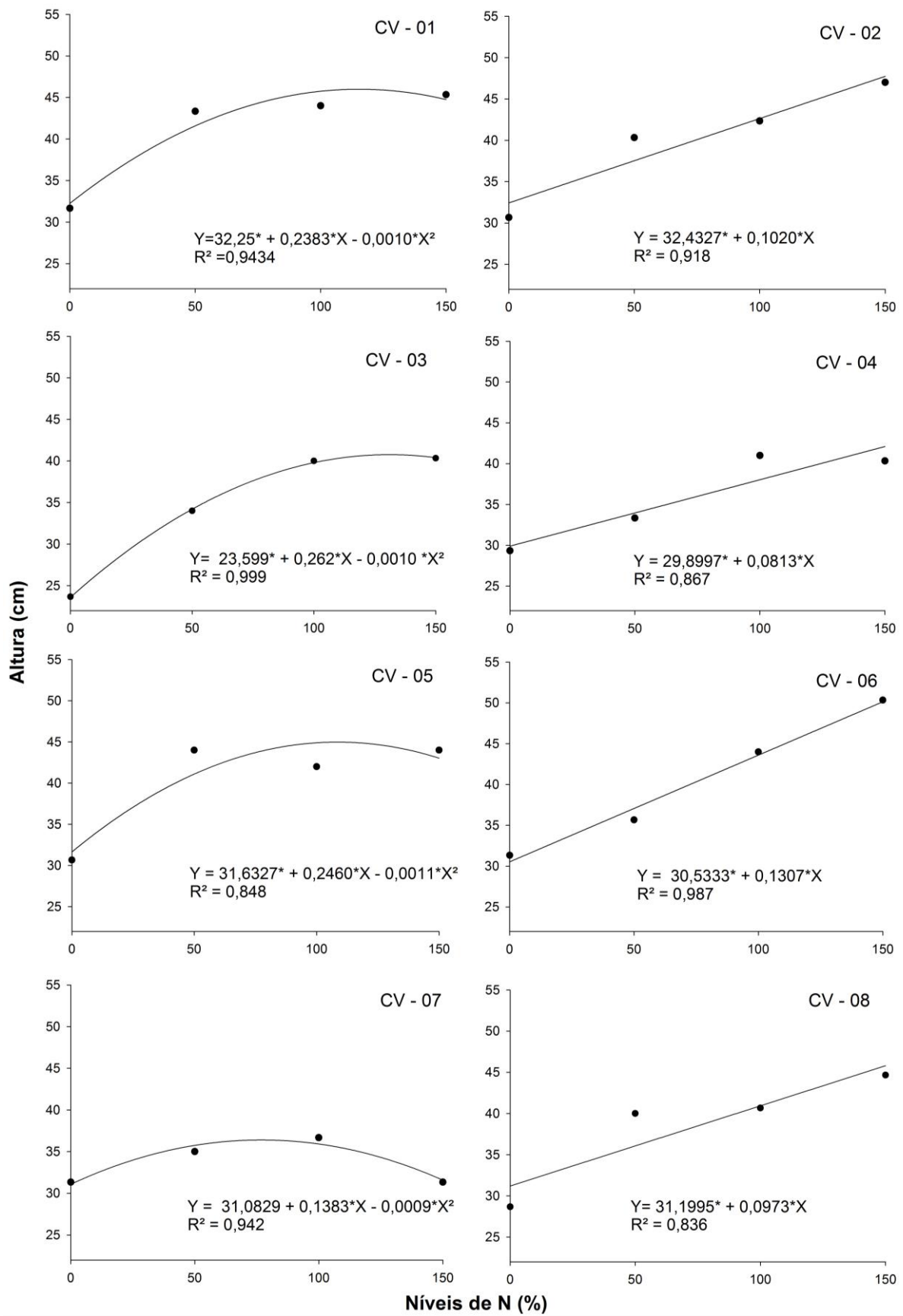
Para as variáveis vegetativas analisadas, pode-se inferir de maneira geral que os clones CV-01 e CV-02 demonstraram adaptabilidade à condição de estresse nutricional de N, e também a condição de suprimento nutricional mais elevado. Segundo Fonseca et al. (2004), os clones CV-01 e CV-02 são materiais genéticos elite que possuem característica de alto vigor.

Com as análises biométricas das variáveis vegetativas, ficou evidenciado os distintos vigores entre os clones dentro de cada nível de N corroborando com Martins et al., (2013a), que observaram o mesmo comportamento, relatando a variabilidade genética entre os clones como responsável por expressar em diversas características entre elas a exigência nutricional, sendo uns mais ou menos exigentes.

Em trabalho similar, Martins et al. (2013a) relataram no nível recomendado de  $P_2O_5$  o alto desempenho dos clones CV-01, CV-02 e CV-03 na variável altura de planta, sendo o mesmo observado neste trabalho no nível recomendado para N, sendo ainda observado o número reduzido de grupos de médias no diâmetro de caule corroborando com o que foi observado neste trabalho.

Ainda em análise do trabalho de Martins et al. (2013a), observa-se elevada formação de grupos de médias na variável área foliar (AF), indicando elevados valores para os clones CV-04 e CV-06, sendo o mesmo observado neste trabalho.

Para o estudo dos níveis de N em cada clone de cafeeiro conilon, foi ajustado modelo de regressão para cada variável de crescimento vegetativo (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5).



Continua...

Continuação...

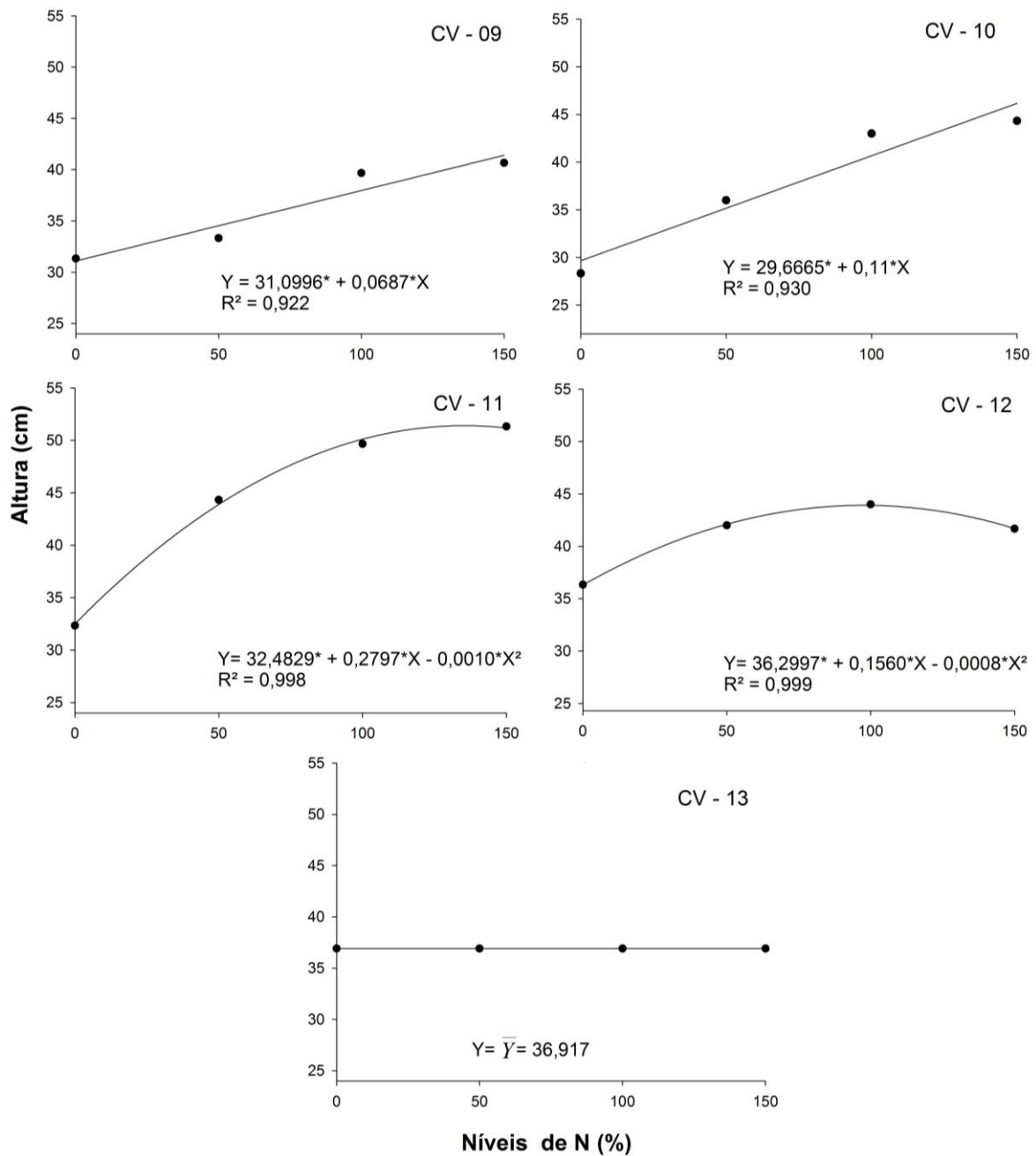
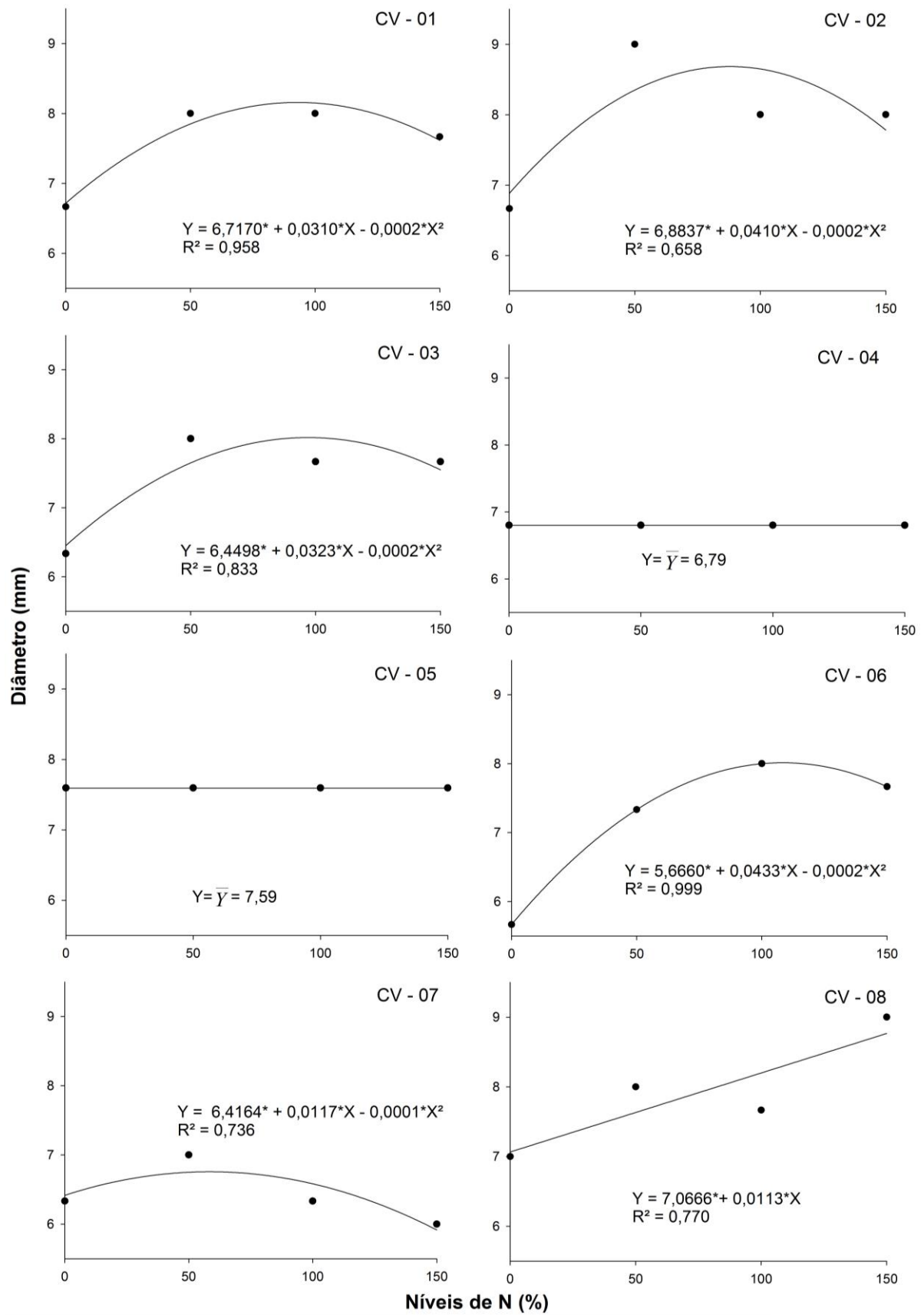


Figura 1 – Altura de planta (cm) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).



Continua...

Continuação...

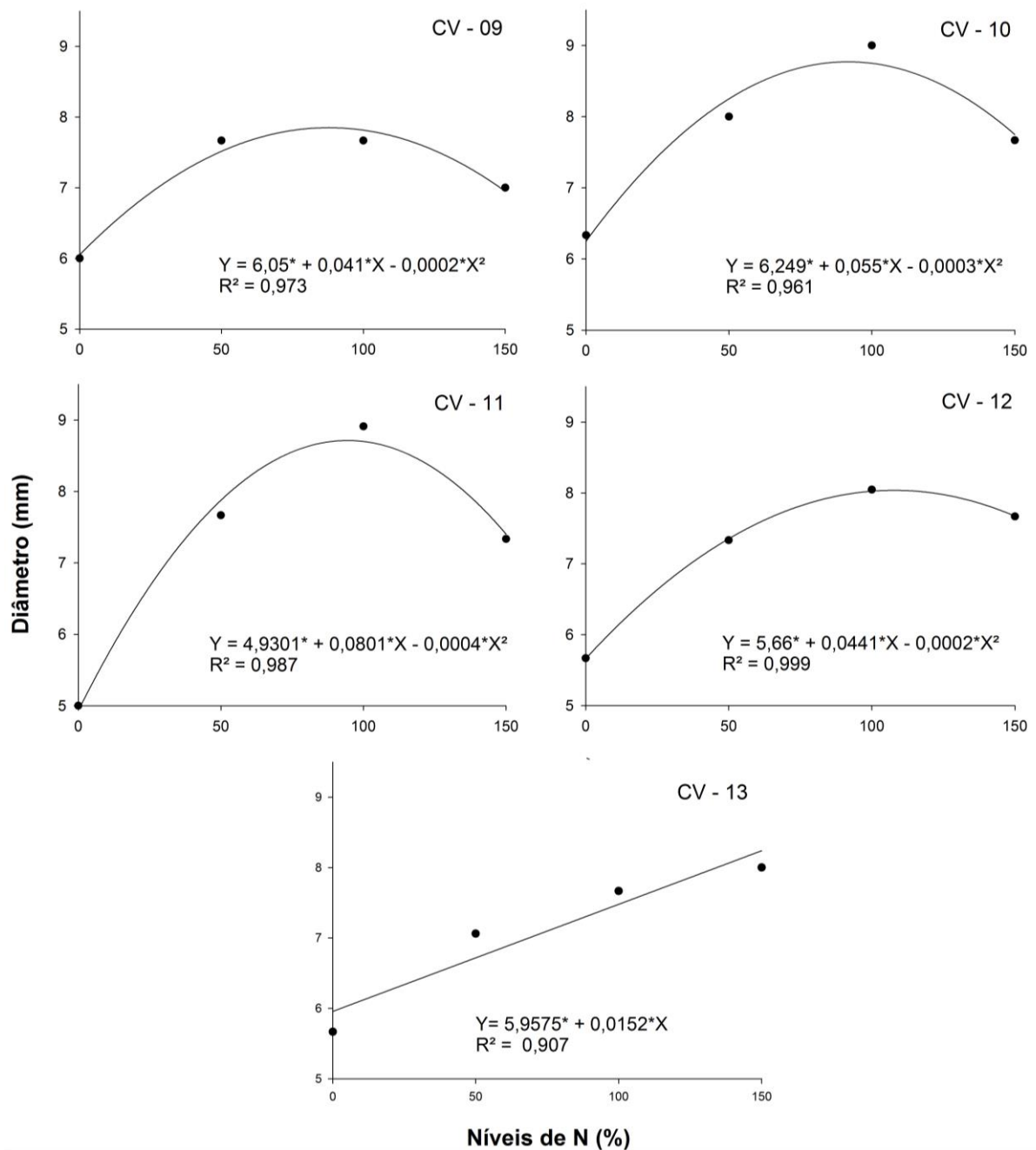
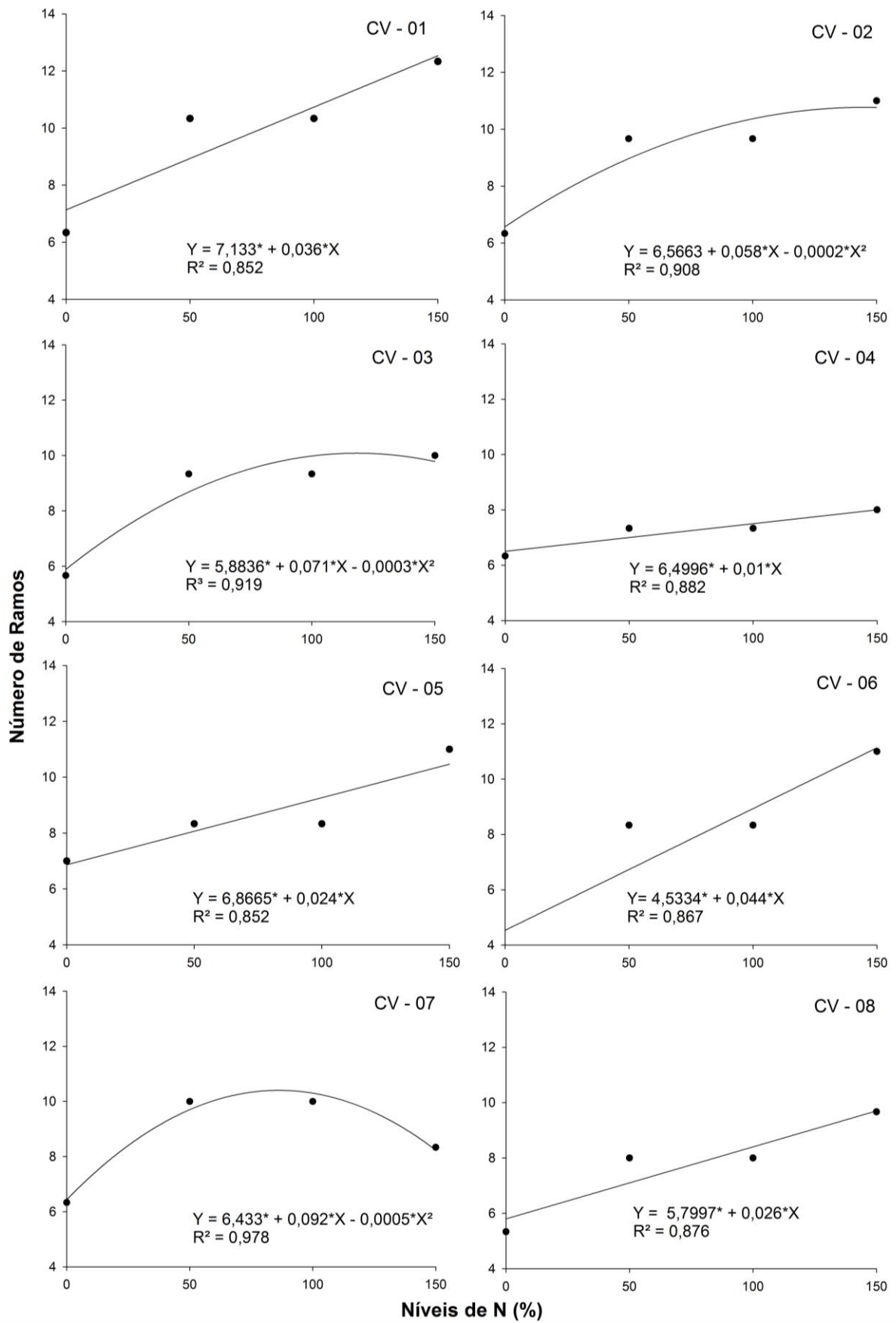


Figura 2 – Diâmetro do caule (mm) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).



Continua...

Continuação...

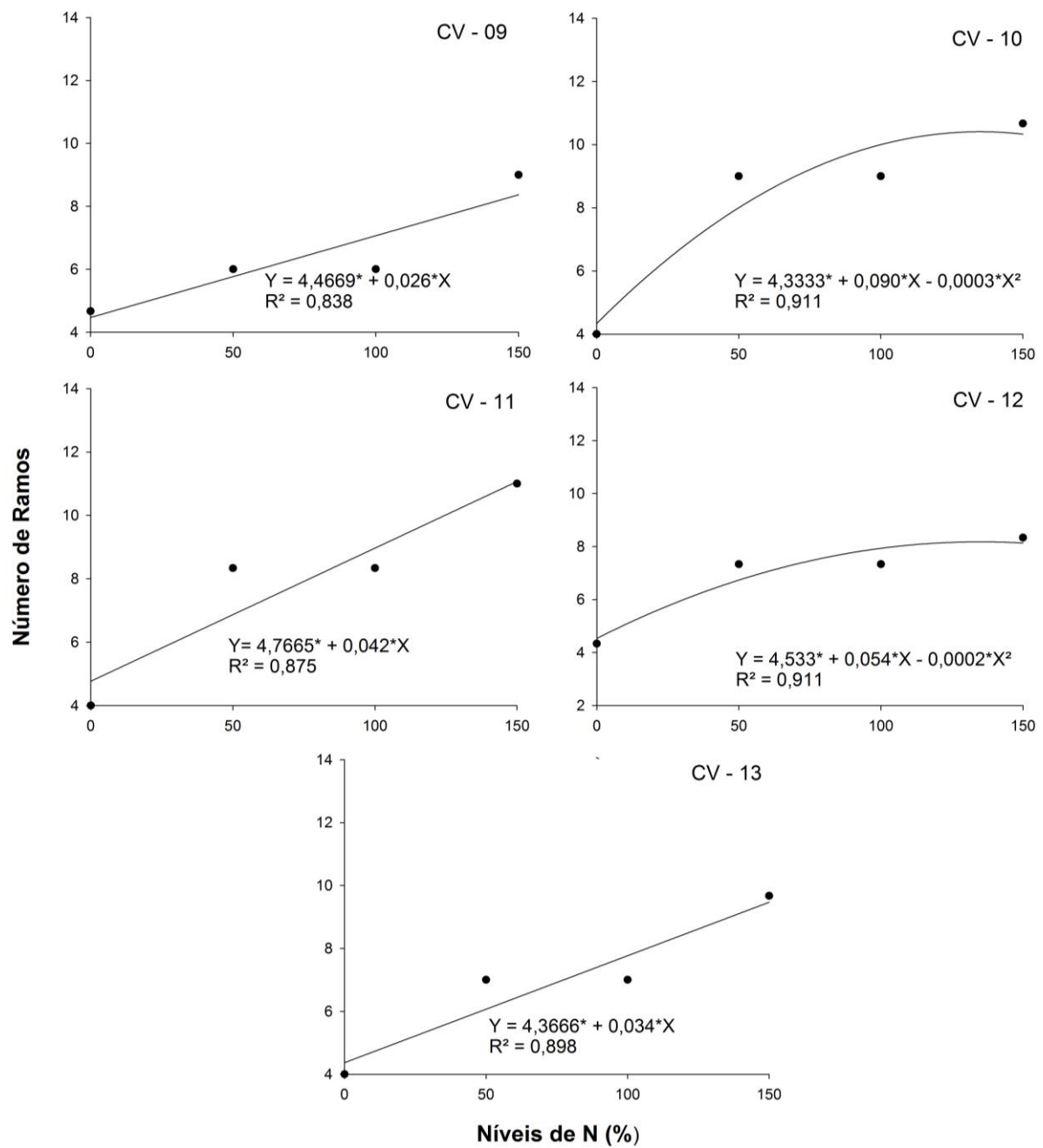
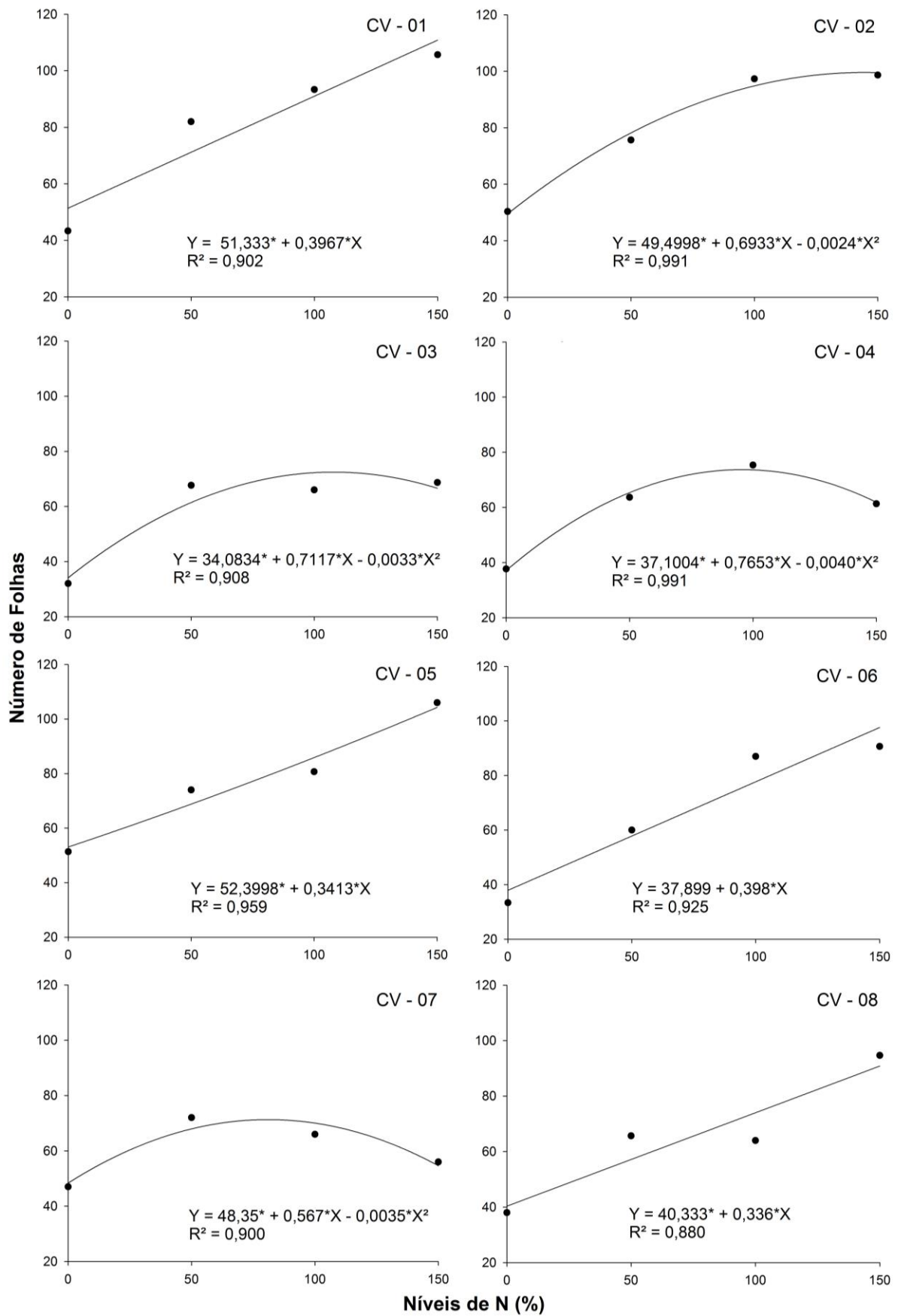


Figura 3 – Número de ramos de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).





Continua...

Continuação...

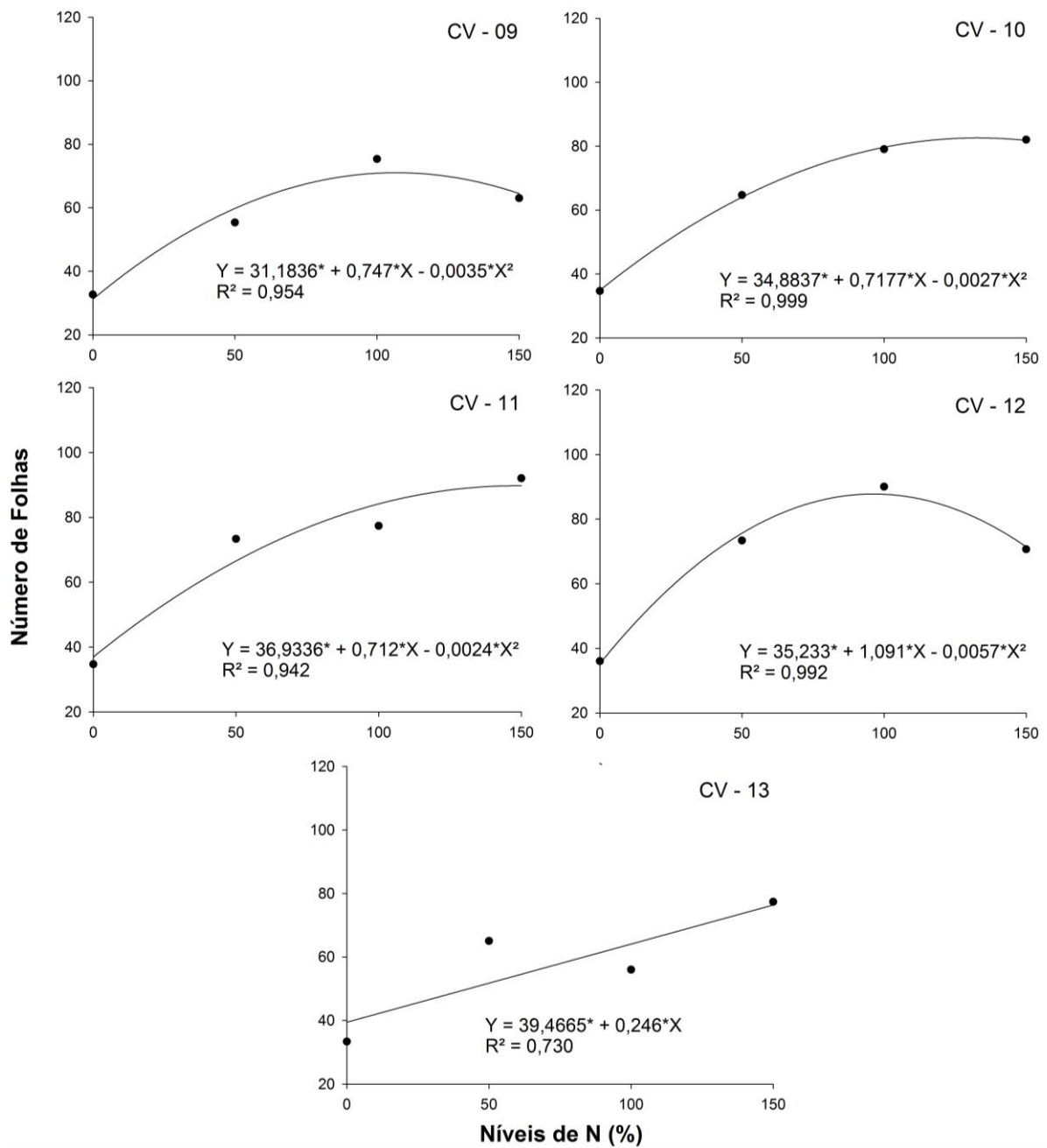
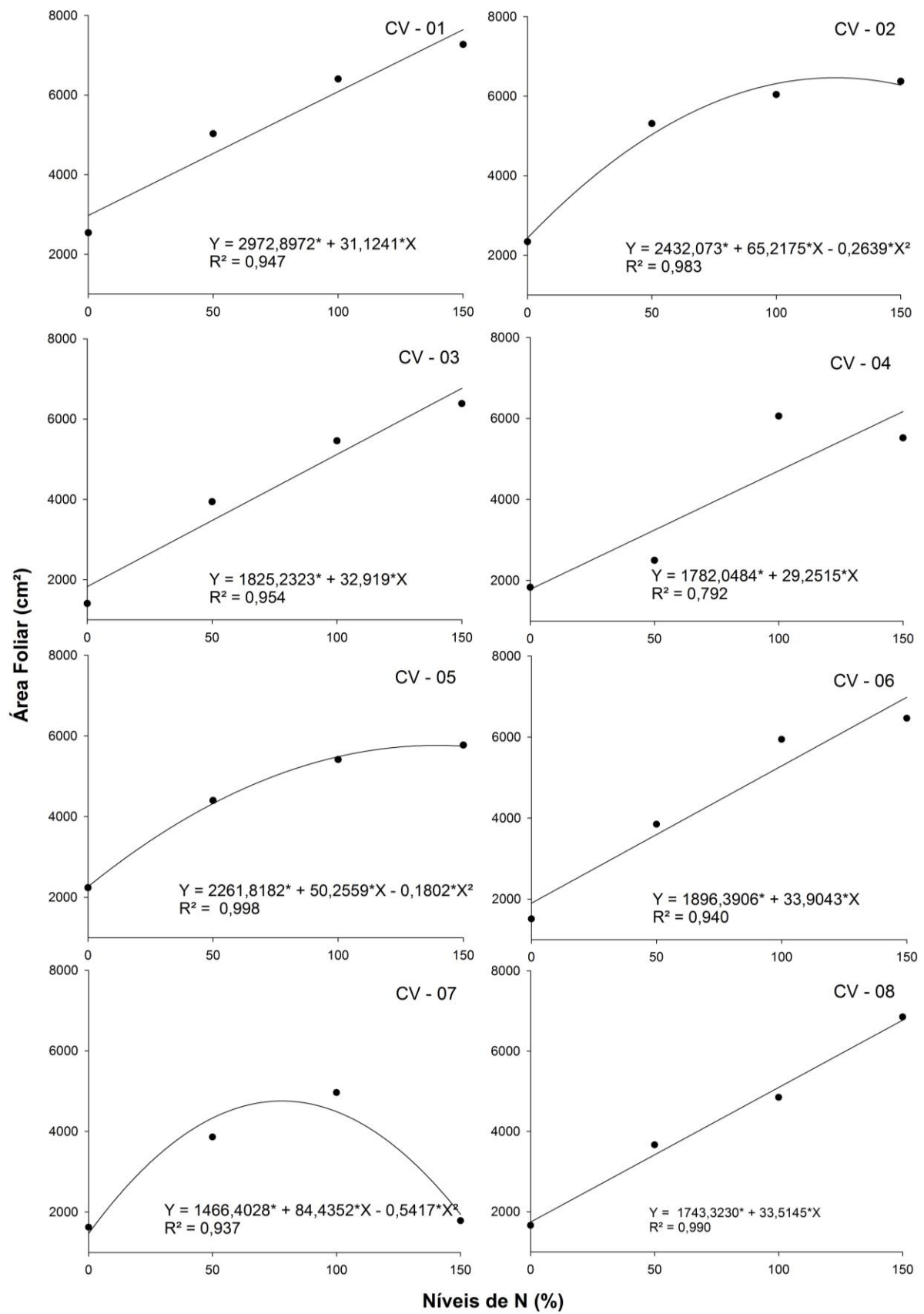


Figura 4 – Número de folhas de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).



Continua...

Continuação...

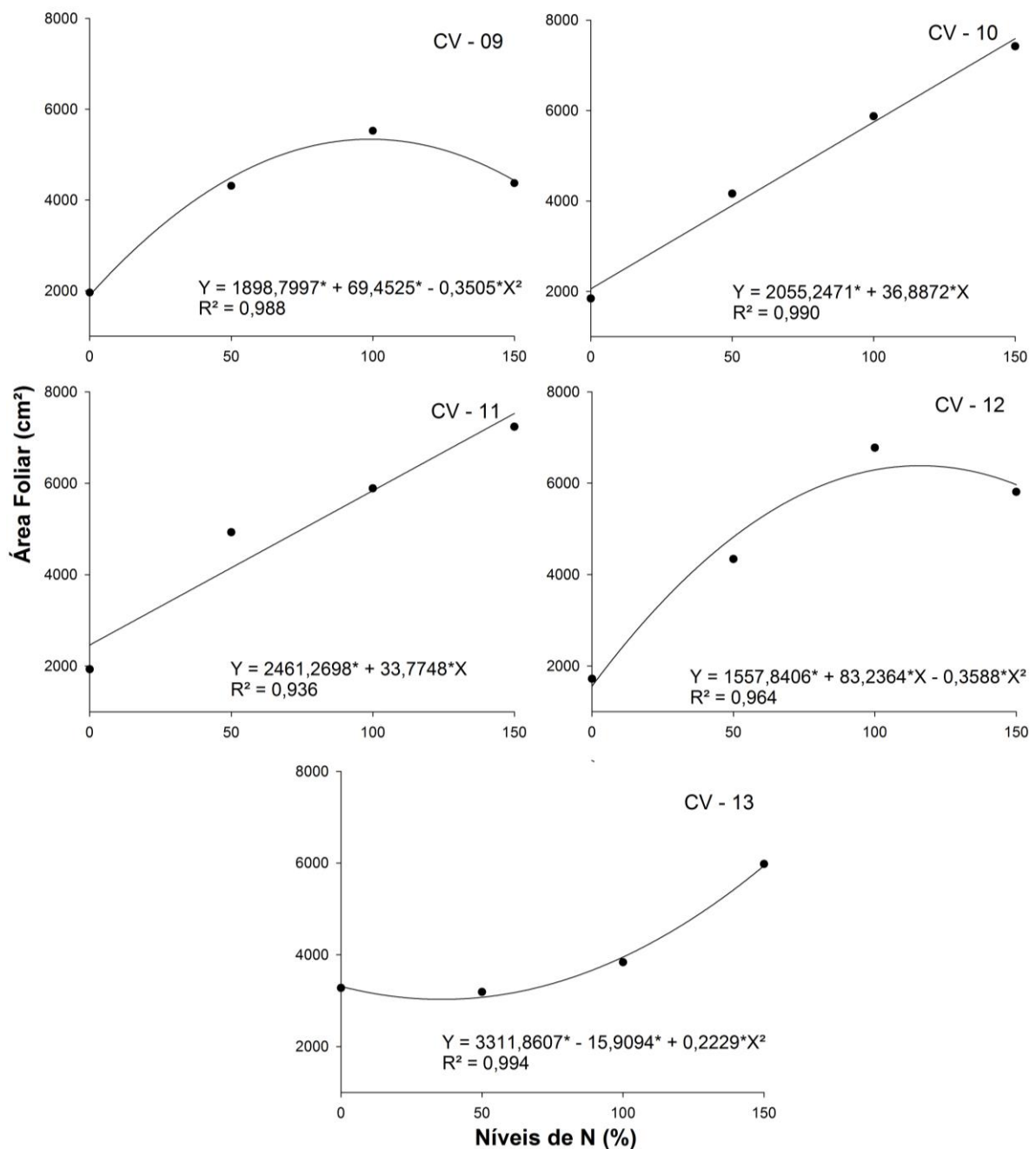


Figura 5 – Área foliar de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).

A variável altura de planta para os clones CV-01, CV-03, CV-05, CV-07, CV-11 e CV-12, ajustou-se ao modelo polinomial de 2º grau, com concavidade para baixo, com pontos de máximas nos níveis de 119, 131, 111, 76, 139 e 97% de N recomendado, respectivamente, enquanto que para os clones CV-02, CV-04, CV-06, CV-08, CV-09 e CV-10, esta variável ajustou-se ao modelo polinomial de 1º grau, com coeficiente angular da reta positivo, com valores máximos no nível de 150% de

N recomendado. No entanto, para o clone CV-13 esta variável não apresentou ajuste de regressão para AP (Figura 1).

Verifica-se na análise das regressões da variável diâmetro de caule (DC), para os clones CV-01, CV-02, CV-03, CV-06, CV-07, CV-09, CV-10, CV-11 e CV-12, ajustaram-se ao modelo polinomial de 2º grau, com concavidade para baixo, com pontos de máximas nos níveis de 77, 102, 80, 108, 58, 102, 91, 100 e 110% de N recomendado, respectivamente (Figura 2).

Para os clones CV-08 e CV-13, o DC ajustou-se ao modelo polinomial de 1º grau, com coeficiente angular da reta positivo, com valores máximos no nível de 150% de N recomendado. Para os clones CV-04 e CV-05 não houve ajuste de regressão para DC (Figura 2).

Na análise das regressões da variável número de ramos (NR), observa-se que para os clones CV-02, CV-03, CV-07, CV-10 e CV-12, esta variável ajustou-se ao modelo polinomial de 2º grau, com concavidade para baixo, com pontos de máximas nos níveis de 145, 118, 92, 150 e 135% de N recomendado, respectivamente (Figura 3).

Averigua-se ajuste de modelo polinomial de 1º grau, com coeficiente angular da reta positivo, com valores máximos de número de ramos no nível de 150% de N recomendado para os clones CV-01, CV-04, CV-05, CV-06, CV-08, CV-09, CV-11 e CV-13 (Figura 3).

Para a variável número de folhas foi observado ajuste de modelo polinomial de 2º grau para os clones CV-02, CV-03, CV-04, CV-07, CV-09, CV-10, CV-11 e CV-12 com concavidade para baixo, com pontos de máximas nos níveis de 144, 107, 95, 81, 106, 132, 148 e 95% de N recomendado, respectivamente (Figura 4).

Entretanto, para os clones CV-01, CV-05, CV-06, CV-08 e CV-13, esta variável apresentou modelo ajuste polinomial de 1º grau, com coeficiente angular da reta positivo, com valores máximos de número de folhas no nível de 150% de N recomendado (Figura 4).

Verifica-se que para os clones CV-02, CV-05, CV-07, CV-09, CV-12 e CV-13, a variável área foliar (AF) ajustou-se ao modelo polinomial de 2º grau, com concavidade para baixo, com pontos de máxima para CV-02, CV-05, CV-07, CV-09,

CV-12 nos níveis 123, 139, 78, 99 e 116% de N recomendado, respectivamente, enquanto que para o CV-13 o modelo apresentou concavidade para cima, com ponto de mínima no nível 35% de N recomendado (Figura 5).

Os demais clones CV-01, CV-03, CV-04, CV-06, CV-08, CV-10 e CV-11 obtiveram valores máximos de área foliar no nível de 150% de N recomendado com modelo de ajuste polinomial de 1º grau, com coeficiente angular da reta positivo (Figura 5).

Pode-se verificar, de forma geral, que os clones CV-01, CV-04, CV-06, CV-08 e CV-13 apresentaram respostas crescentes aos acréscimos de N para a maioria das variáveis de crescimento, sendo o mesmo observado por Martins et al. (2013a) com acréscimos crescentes de  $P_2O_5$ .

Características de crescimento são altamente influenciadas pela disponibilidade de N. Neste sentido, Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) destacam principalmente a área foliar, pois está relacionada ao processo fotossintético, à síntese de proteínas, aos ácidos nucleicos e aos constituintes da membrana celular, sendo observados neste trabalho os valores máximos de área foliar da maioria dos clones, na máxima disponibilidade de nitrogênio.

#### **4.1.2 Variáveis de massa seca**

Verifica-se na análise de variância (Tabela 4), significância da interação entre clone x níveis de nitrogênio para as variáveis de massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de clones de cafeeiro conilon.

Tabela 4 - Análise de variância das variáveis massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MST) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>MSR</b>	<b>MSPA</b>	<b>MST</b>
Clone (C)	12	25.904*	180.766*	263.182*
Níveis (N)	3	424.128*	5617.472*	8137.740*
C*N	36	24.699*	84.483*	160.034*
Resíduo	104	0.868	3.255	4.460
Total	39			
CV (%)		6.05	6.17	4.73
Média geral		15.39	29.22	44.62

\* significativo, em 5 % de probabilidade, pelo teste F

Estudando o comportamento dos clones em cada nível de N, para as variáveis MSR, MSPA e MST, pode-se observar o comportamento diferencial entre os mesmos, verificado pela formação de grupos de médias distintos pelo teste de Scott-Knott em cada nível de adubação de N (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios de massa seca de raiz - MSR (g), de massa seca da parte aérea - MSPA (g) e massa seca total - MST (g) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).

Clone	MSR				MSPA			
	0%	50%	100%	150%	0%	50%	100%	150%
CV - 01	10,37 b	18,72 c	18,59 b	16,97 c	16,55 a	34,72 a	42,42 a	46,30 b
CV - 02	12,79 a	25,64 a	22,09 a	16,22 c	15,42 a	36,12 a	38,15 b	43,49 c
CV - 03	9,62 b	24,30 b	16,48 c	14,56 d	9,65 b	26,54 c	34,74 c	40,36 d
CV - 04	12,19 a	16,27 d	18,07 b	10,54 f	12,20 b	15,81 d	40,87 a	36,47 d
CV - 05	12,83 a	13,65 e	15,20 c	15,20 d	15,50 a	30,27 b	35,28 c	38,40 d
CV - 06	11,95 a	16,00 d	18,90 b	15,02 d	10,66 b	26,12 c	39,59 b	42,79 c
CV - 07	9,57 b	23,43 b	16,09 c	7,60 g	11,21 b	25,62 c	31,15 d	12,30 f
CV - 08	13,56 a	15,87 d	16,60 c	21,88 a	11,34 b	24,51 c	30,34 d	44,18 c
CV - 09	8,59 b	16,68 d	17,25 c	13,93 d	12,84 b	27,48 c	37,03 b	28,20 e
CV - 10	10,74 b	17,87 c	16,42 c	12,57 e	12,38 b	28,00 c	39,87 b	43,65 c
CV - 11	9,30 b	15,69 d	16,00 c	18,51 b	12,88 b	33,41 a	39,00 b	49,54 a
CV - 12	9,40 b	16,10 d	19,85 b	12,87 e	11,13 b	29,81 b	43,93 a	37,20 d
CV - 13	12,09 a	15,76 d	18,45 b	15,52 d	13,91 a	25,29 c	30,69 d	44,36 c

Clone	MST			
	0%	50%	100%	150%
CV - 01	26,92 a	53,44 b	61,01 b	63,28 b
CV - 02	28,21 a	61,76 a	60,24 b	59,71 c
CV - 03	19,28 b	50,84 c	51,23 d	54,93 d
CV - 04	24,39 a	32,08 f	58,94 b	47,01 f
CV - 05	28,33 a	43,92 d	50,49 d	53,60 d
CV - 06	22,61 b	42,12 e	58,49 b	57,81 c
CV - 07	20,78 b	49,05 c	47,24 e	19,90 h
CV - 08	24,90 a	40,38 e	46,94 e	66,06 a
CV - 09	21,43 b	44,16 d	54,28 c	42,14 g
CV - 10	23,12 b	45,87 d	56,29 c	56,22 c
CV - 11	22,18 b	49,11 c	55,00 c	68,06 a
CV - 12	20,54 b	45,92 d	63,79 a	50,08 e
CV - 13	26,00 a	41,05 e	49,14 d	59,88 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

A variável massa seca de raiz (MSR) apresentou diversas formações de grupos de médias ao decorrer dos níveis de N, sendo que no nível de 150% de N houve a maior estratificação, com montante de sete grupos (Tabela 5).

O clone CV-02, posicionou-se no grupo superior de médias nos níveis de 0, 50 e 100% de N recomendado, o clone CV-08 mostrou-se com elevado valor médio nos níveis de 0 e 150% de N recomendado, sendo estatisticamente superior aos demais, apresentando-se como um clone de elevada produção de raiz nestas condições de disponibilidade de N no solo (Tabela 5).

Pode-se notar na variável massa seca da parte aérea (MSPA), diversas formações de grupos de médias ao decorrer dos níveis de N, sendo que o nível 150% agrupou maior número, com total de seis. Os clones CV-01 e CV-11 destacaram-se perante



os demais, ambos posicionaram-se no grupo de maior ou segunda maior média ao longo dos níveis analisados, apresentando-se como clones com elevado potencial para distintas condições de disponibilidade de N no solo (Tabela 5).

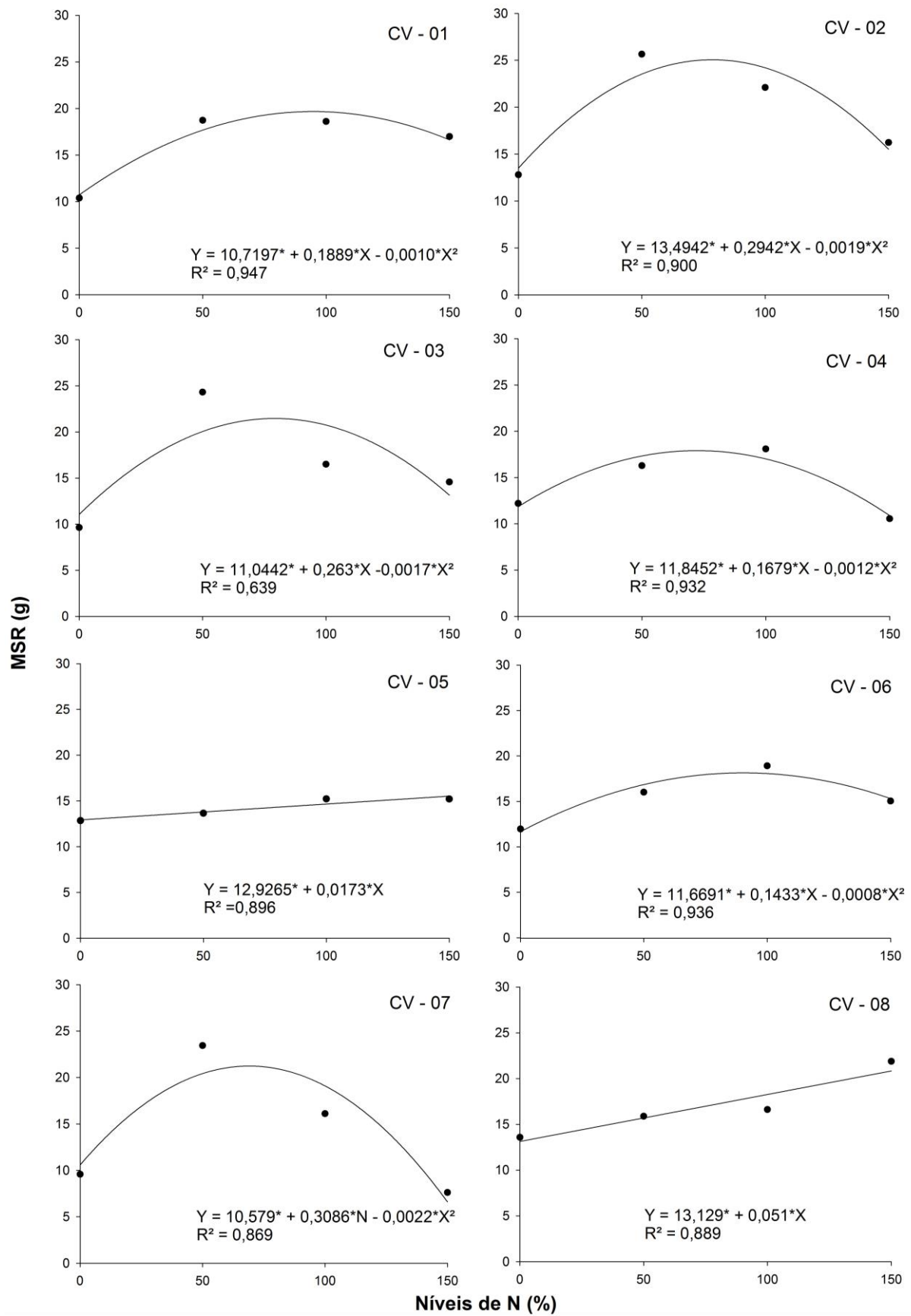
Os valores médios de massa seca total (MST), assim como nas demais variáveis de massa seca, apresentaram diversas formações de grupos de médias ao decorrer dos níveis de N avaliados; o maior número de grupos observados foi no nível de 150% de N, no total de oito. Os clones CV-01, CV-02 se destacaram por apresentar elevadas médias, sendo observado comportamento similar ao longo dos níveis avaliados, diferindo apenas no nível de 150% de N (Tabela 5).

Outros clones como CV-12 seguidos dos CV-04 e CV-06 juntamente com CV-01 e CV-02 anteriormente citados, apresentaram a maior e a segunda maior média no nível de 100% de N; tais clones se destacaram pela elevada produção de massa seca total na dose recomendada para o cafeeiro conilon do estado do Espírito Santo (Tabela 5).

No nível 150% de N, novamente o clone CV-01 se destacou juntamente com o CV-11 por apresentar elevadas médias diante dos demais clones, sendo superior estatisticamente (Tabela 5).

Os treze clones da cultivar “Vitória Incaper 8142” apresentaram diferentes produções de massa seca (MSR, MSPA e MST) em resposta às aplicações das dose de N, assim como foi observado por Martins et al. (2013a) em trabalho similar, o que corrobora com Fageria (1989), que ressalta a variabilidade genética das plantas como características herdadas, o que influencia na diferença de crescimento ou produção em comparação com outras plantas mesmo sendo da mesma espécie, sob condições de ambiente ideal ou adverso.

Ao estudar os níveis de N em cada clone de cafeeiro conilon da cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, foram ajustados modelos de regressão para cada variável de produção de massa seca (MSR, MSPA e MST) em função dos níveis deste nutriente. Pode-se observar nas figuras 6, 7 e 8 as funções para as variáveis de massa seca (MSR, MSPA e MST).



Continua...

Continuação...

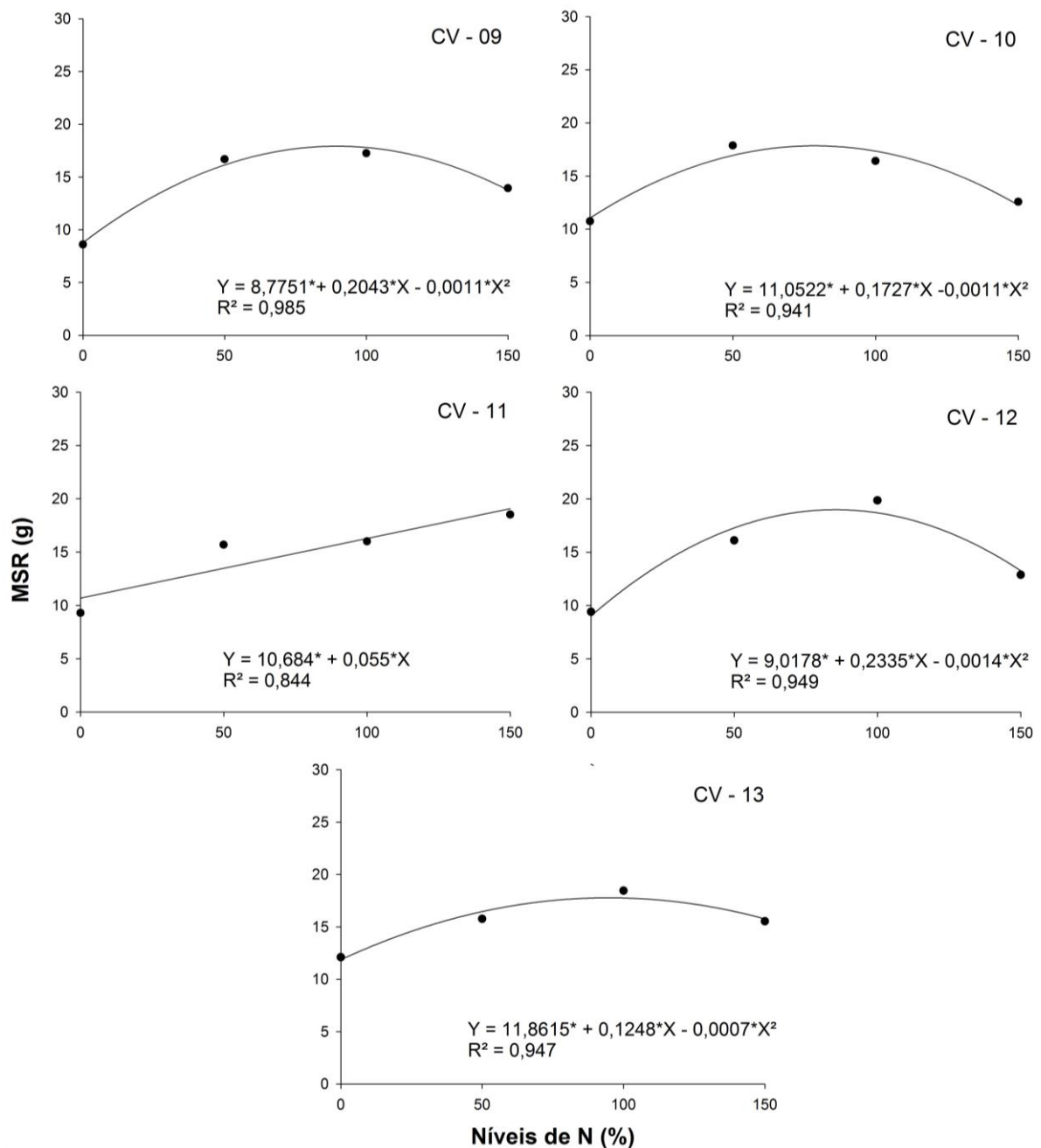
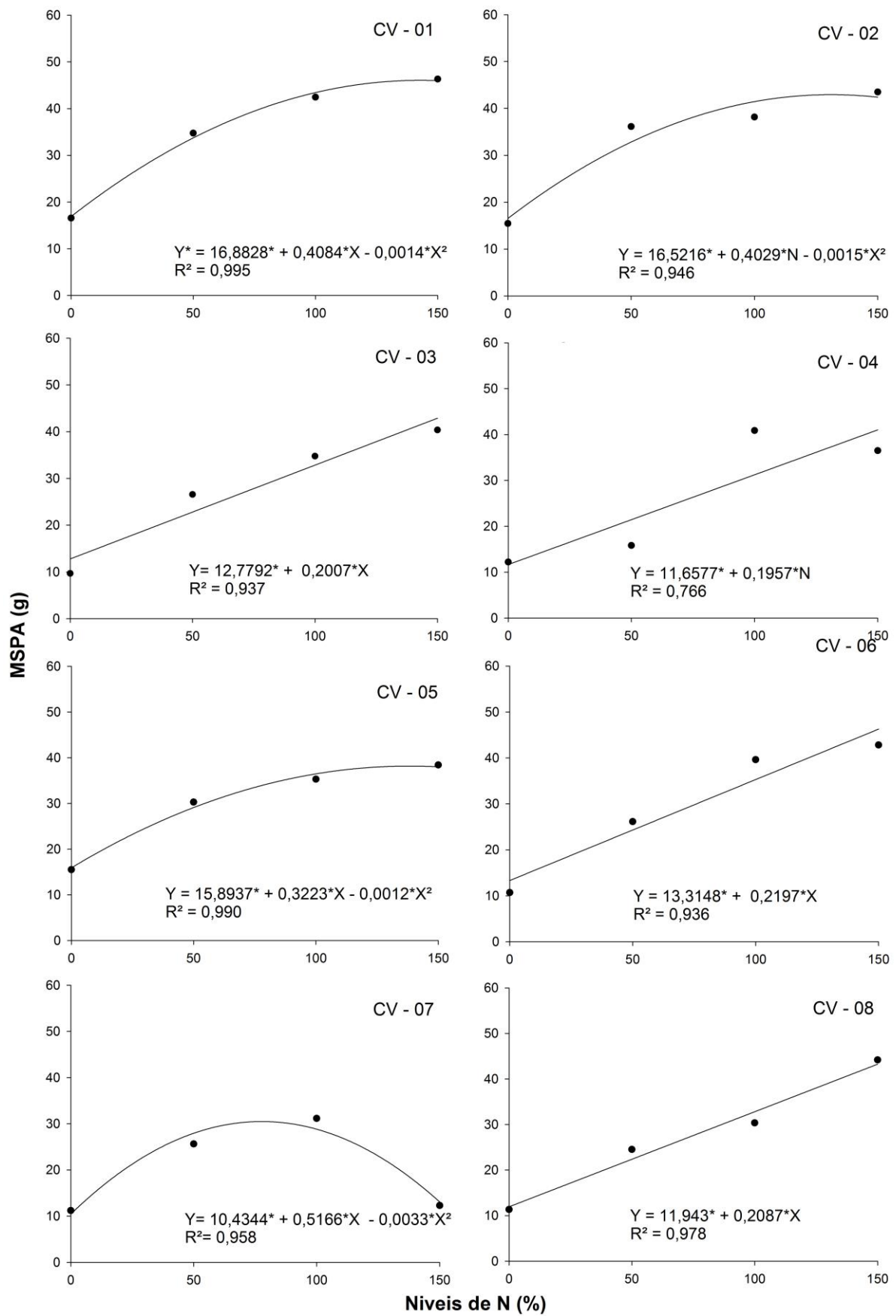


Figura 6 – Massa seca de raiz - MSR (g) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).



Continua...

Continuação...

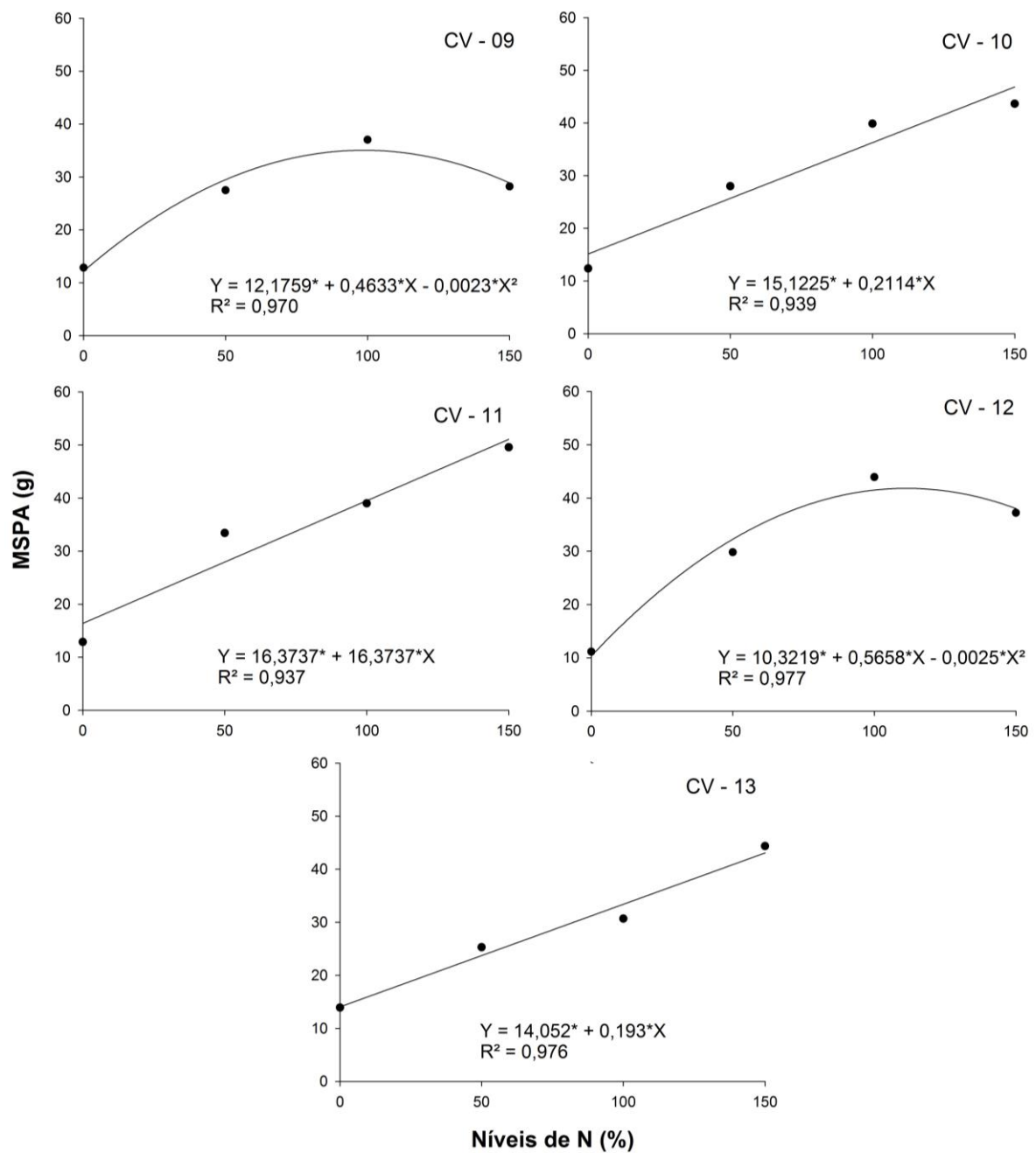
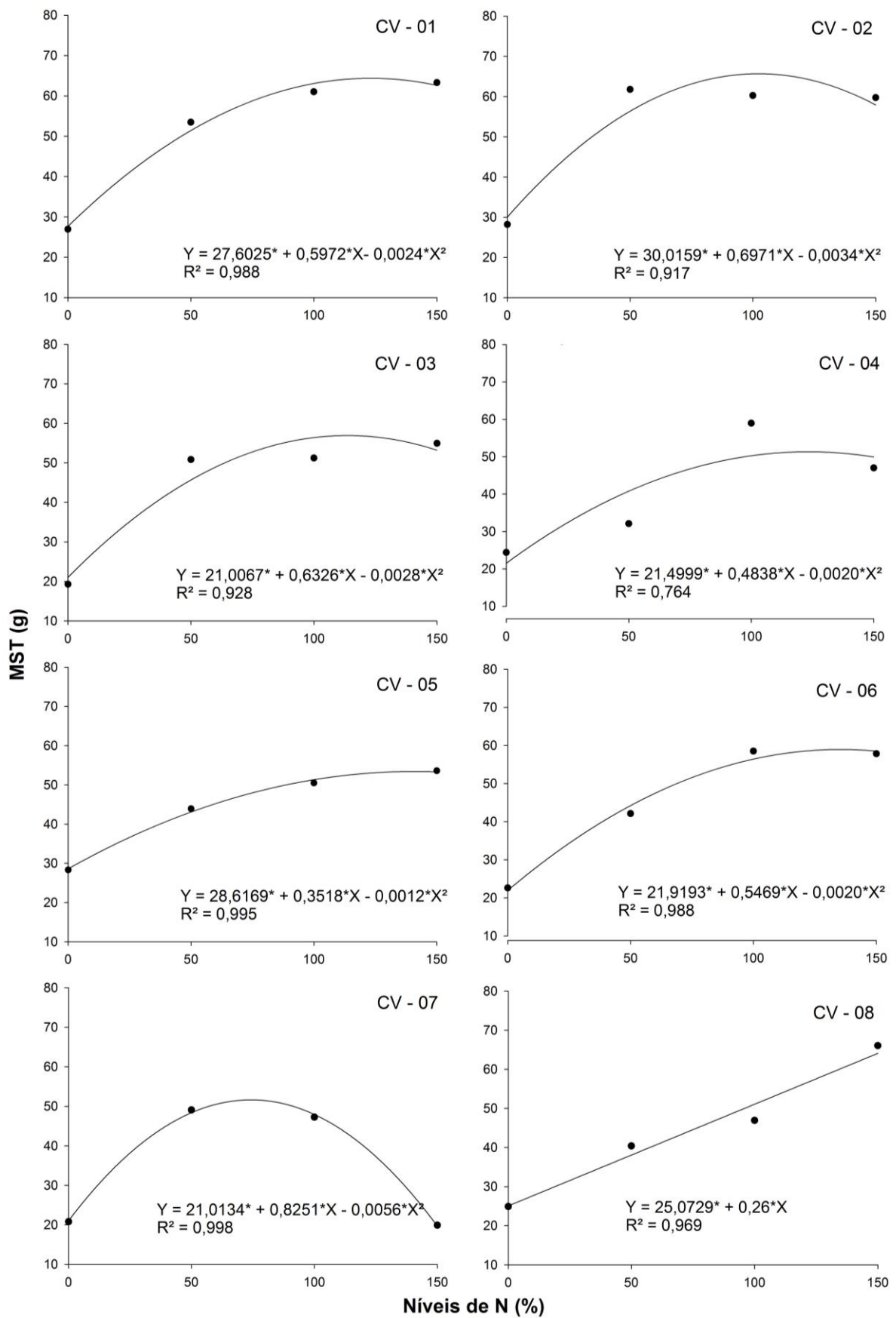


Figura 7 – Massa seca da parte aérea - MSPA (g) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).



Continua...

Continuação...

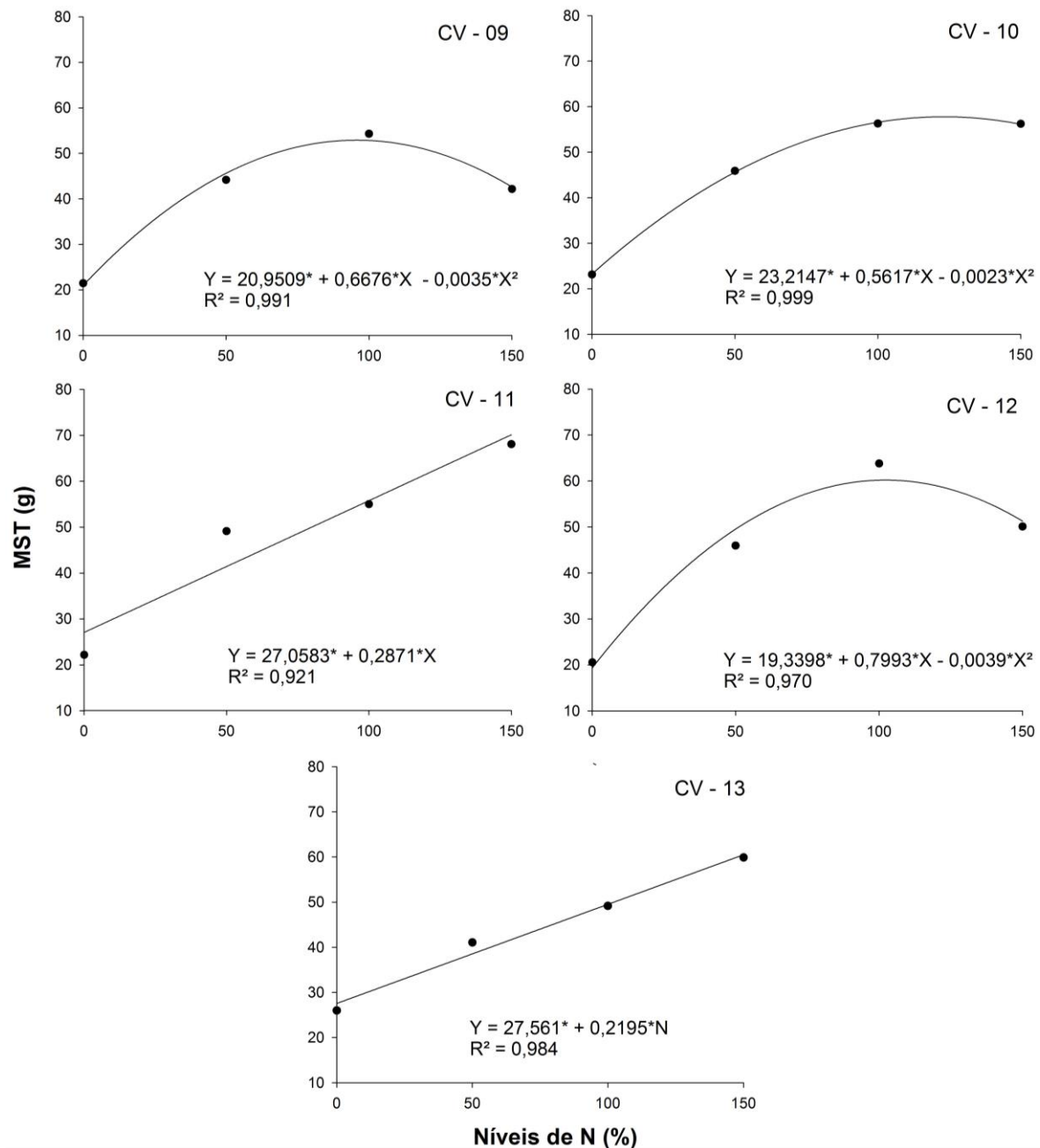


Figura 8 – Massa seca total - MST (g) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).

Verifica-se que para os clones CV-01, CV-02, CV-03, CV-04, CV-06, CV-07, CV-09, CV-10, CV-12 e CV-13, a variável MSR ajustou-se ao modelo polinomial de 2º grau, com concavidade para baixo, com pontos de máximas nos níveis de 94, 77, 77, 70, 89, 70, 92, 78, 83 e 89% de N recomendado, enquanto que para os demais clones, como CV-05, CV-08 e CV1, esta variável ajustou-se ao modelo polinomial de 1º grau, com coeficiente angular da reta positivo, com valores máximos de MSR no nível de 150% de N recomendado (Figura 6).

Para os clones CV-01, CV-02, CV-05, CV-07, CV-09 e CV-12, a variável MSPA ajustou-se ao modelo polinomial de 2° grau, com concavidade para baixo, com pontos de máximas nos níveis de 145, 134, 134, 78, 100 e 113% de N recomendado (Figura 7).

Averigua-se que a variável de MSPA, para os clones CV-03, CV-04, CV-06, CV-08, CV-10, CV-11 e CV-13 apresentou aumentos lineares de acordo com os acréscimos de N, ajustando-se ao modelo polinomial de 1° grau, com coeficiente angular da reta positivo, com valores máximos no nível de 150% de N recomendado (Figura 7).

Para a variável massa seca total (MST), observa-se ajuste de modelo polinomial de 2° grau para os clones CV-01, CV-02, CV-03, CV-04, CV-05, CV-06, CV-07, CV-09, CV-10 e CV-12, com concavidade para baixo com pontos de máximas nos níveis de 124, 102, 113, 121, 146, 136, 73, 95, 122 e 102% de N recomendado (Figura 8).

Foram observados aumentos crescentes da massa seca total de acordo com aumento do nível de N nos clones CV-08, CV-11 e CV-13, ajustando-se ao modelo polinomial de 1° grau, com coeficiente angular da reta positivo, com valores máximos no nível de 150% de N recomendado (Figura 8).

Observa-se de forma geral, a diminuição da produção de massa seca de raiz já no nível de 100% do recomendado de N para os clones CV-01, CV-02, CV-03, CV-04, CV-06, CV-07, CV-09, CV-10, CV-12 e CV-13 (Figura 6), mas os mesmos requerem níveis maiores de N para chegar à produção máxima de massa seca da parte aérea. Com isso, verifica-se que tais materiais passam a investir mais fotoassimilados na parte aérea quando estão em condição satisfatória de N no solo.

Segundo Ramos e Lima (1980), comparando os cafés do grupo *Canephora*, relataram sistemas radiculares mais desenvolvidos com maior extensão e maior eficiência na absorção de água e nutrientes, conferindo maior resistência a fatores adversos do ambiente. Entretanto, Rena e DaMatta (2002) ressaltam que essas características não são para todos os tipos de *Coffea canephora*, o que explica os distintos valores encontrados nas variáveis analisadas.



### 4.1.3 Eficiência de absorção, translocação e utilização

Observa-se na análise de variância para as variáveis de eficiência de absorção (EFA), de translocação (EFT) e de utilização (EFU) de N em plantas de café conilon, interação significativa ( $p \leq 0,05$ ) para clones de cafeeiro conilon x níveis de adubação nitrogenada (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de variância de variáveis da eficiência de absorção (EFA), translocação (EFT) e utilização (EFU) dos clones de cafeeiro conilon influenciados por níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura)

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>EFA</b>	<b>EFT</b>	<b>EFU</b>
Clone (C)	12	282.871*	126.219*	1.712*
Níveis (N)	3	20591.943*	6155.250*	12.449*
C*N	36	181.622*	67.364*	1.027*
Resíduo	104	9.073	4.518	0.025
Total	39			
CV (%)		6.77	3.14	5.13
Média geral		44.51	67.60	3.08

\* significativo em 5 % de probabilidade, pelo teste F

Estudando o comportamento dos clones em cada nível de N, para as variáveis EFA, EFT e EFU, pode-se observar a formação de grupos de médias distintos pelo teste de Scott-Knott em cada nível de N estudado (Tabela 4).

A partir da análise da eficiência nutricional de cada clone quanto ao nitrogênio, ressalta-se que a variável eficiência de absorção (EFA) apresentou diversas formações grupos de médias nos níveis de N estudados (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios de eficiência de Absorção - EFA ( $\text{mg.g}^{-1}$ ), eficiência de translocação - EFT (%) e eficiência da utilização - EFU ( $\text{g}^2.\text{mg}^{-1}$ ) dos clones de cafeeiro conilon influenciados por níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura)

Clone	EFA				EFT			
	0%	50%	100%	150%	0%	50%	100%	150%
CV - 01	24,30 a	36,94 b	54,04 b	73,58 d	62,47 a	73,30 a	78,40 a	78,94 b
CV - 02	18,44 b	28,77 d	49,13 c	79,67 c	54,17 c	62,16 d	70,70 c	78,45 b
CV - 03	18,81 b	25,29 d	58,86 a	81,41 c	51,84 c	56,36 e	70,53 c	87,44 a
CV - 04	23,56 a	30,56 c	57,92 a	93,29 b	41,24 d	53,11 e	74,82 b	83,01 a
CV - 05	21,14 a	48,72 a	61,97 a	69,67 d	53,39 c	74,27 a	74,42 b	79,95 b
CV - 06	18,22 b	32,54 c	49,23 c	80,44 c	44,33 d	63,79 c	70,65 c	80,15 b
CV - 07	22,48 a	23,49 d	49,69 c	53,17 f	50,85 c	60,62 d	75,88 b	67,93 d
CV - 08	17,05 b	30,44 c	46,82 c	51,36 f	44,12 d	63,78 c	72,88 c	77,50 b
CV - 09	24,02 a	33,19 c	52,33 c	62,25 e	54,28 c	65,30 c	73,74 b	74,79 c
CV - 10	20,35 b	27,86 d	55,91 b	99,10 a	43,58 d	65,42 c	75,42 b	84,10 a
CV - 11	24,23 a	36,07 b	55,48 b	64,49 e	52,69 c	67,56 b	80,16 a	79,86 b
CV - 12	19,36 b	32,20 c	49,24 c	70,38 d	53,70 c	70,47 b	75,21 b	78,97 b
CV - 13	17,78 b	30,69 c	40,65 d	67,99 d	57,16 b	70,73 b	74,72 b	85,56 a

Clone	EFU			
	0%	50%	100%	150%
CV - 01	2,88 b	4,16 b	3,72 b	3,21 b
CV - 02	3,40 a	5,17 a	3,37 c	2,76 c
CV - 03	2,06 d	4,20 b	2,70 d	2,56 c
CV - 04	2,07 d	2,06 e	3,32 c	2,26 d
CV - 05	2,96 b	2,90 d	2,70 d	2,71 c
CV - 06	2,34 c	3,40 c	3,67 b	2,77 c
CV - 07	2,00 d	4,37 b	2,79 d	0,98 e
CV - 08	2,68 b	3,37 c	2,80 d	3,89 a
CV - 09	2,23 c	3,52 c	3,45 c	2,04 d
CV - 10	2,44 c	4,22 b	3,45 c	2,53 c
CV - 11	2,18 d	4,26 b	3,40 c	3,88 a
CV - 12	2,33 c	4,07 b	4,16 a	2,78 c
CV - 13	3,14 a	3,49 c	3,22 c	3,40 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

O clone CV-05 apresentou a maior média de eficiência de absorção nos níveis de 0, 50 e 100% de N recomendado. O clone CV-07 mostrou-se como clone de comportamento diferenciado, inicialmente posicionando-se no grupo de elevadas médias no nível de 0% de N, porém nos demais níveis avaliados, não manteve elevada EFA. O clone CV-10 apresentou-se como clone de maior média no nível de 150% de N desta mesma variável (Tabela 7).

As diferentes eficiências de absorção (EFA) de N entre clones dentro da cultivar 'Vitoria Incaper 8142' podem ser conferidas devido a uma menor ou maior adaptação do sistema radicular à condição de estresse ou de disponibilidade do nutriente, corroborando com revisão apresentada por Fageria (1998).

Nota-se diferentes grupos de média na variável eficiência de translocação (EFT) em cada nível de N avaliado. O clone CV-01 apresentou maior média nos níveis 0, 50 e 100% de N, o clone CV-05 agrupou-se juntamente com CV-01 com a maior média no nível de 50% de N, observa-se que o CV-11 agrupou-se com CV-01 no nível de 100% de N, apresentando maior média diante dos demais clones. Entretanto, no nível de 150% de N verifica-se que os clones CV-03, CV-04, CV-10 e CV-13 foram os clones que formaram o grupo de média superior na referida variável (Tabela 7).

Apesar de não ter sido avaliado caracteres fisiológicos como atividade enzimática, pode-se inferir, pelas literaturas e pelos trabalhos em outras culturas, que possivelmente dentro da cultivar “Vitória Incaper 8142” há diferentes níveis de atuação de enzimas envolvidas no processo de absorção, translocação e utilização de nitrogênio, entre elas a nitrato redutase (NR) e glutamina sintetase (GS), que são usadas na seleção de cultivares como proposto por Hirel et al. (2007).

Este pressuposto poderia explicar as diferentes eficiências encontradas. Com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se observar clones com elevadas taxas de eficiências de nitrogênio, que segundo Nelson e Cox (2010), são determinantes para expressarem máximo potencial produtivo de uma planta.

Outros fatores como elevadas taxas fotossintéticas e de controle da evapotranspiração, são importantes no fluxo de nitrato presente no xilema que segundo Nelson e Cox (2010) é importante processo de incorporação do N através da glutamina sintetase (GS), pois essa enzima catalisa a reação de incorporação do amônio ao glutamato resultando em glutamina. Deste modo, a baixa atividade dessa enzima impede o máximo uso do nutriente.

Em cada nível de N avaliado, observa-se a formação de vários grupos de média na variável eficiência da utilização (EFU). O clone CV-01 apresentou comportamento padrão em todos os níveis avaliados, posicionando-se sempre no grupo com segundo maior valor médio de EFU (Tabela 7).

Outros clones como CV-02, CV-08, CV-11, CV-12 e CV-13 exibiram elevados valores médios em diferentes níveis de N na variável EFU, sendo observado comportamento similar entre os clones CV-02 e CV-13, com valores médios superiores no nível de 0% de N, o clone CV-02 também apresentou altos valores no

nível de 50% de N, entretanto, observa-se que no nível de 100% de N, o CV-12 apresentou o maior valor médio.

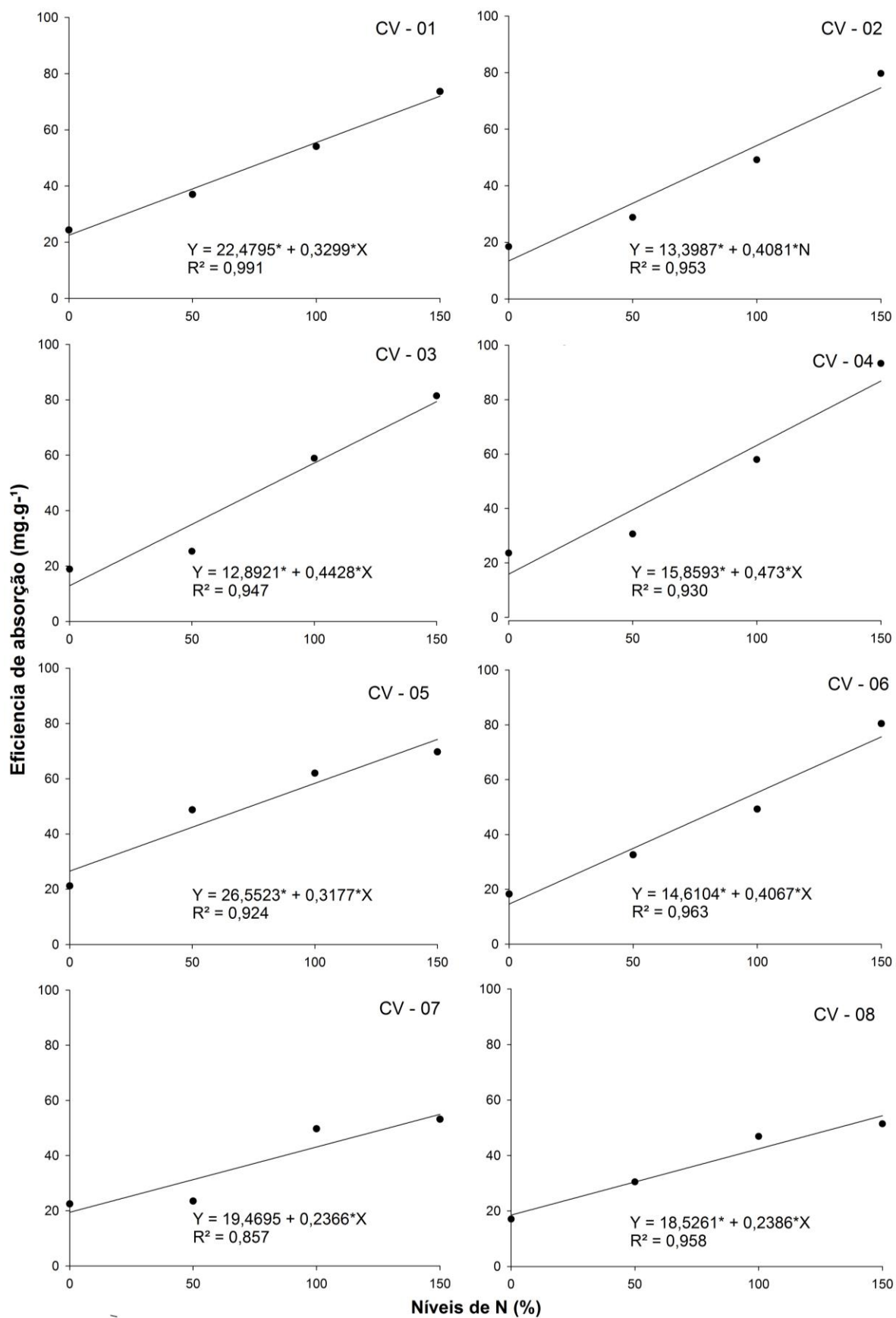
Diferentemente dos demais níveis avaliados, no nível de 150% de N recomendado os clones CV-08 e CV-11 foram classificados como o grupo de média superior na variável eficiência de utilização (Tabela 7).

Observa-se que o clone CV-07 apresentou as menores médias de eficiências no nível de 150% de N, sendo ratificado na variável EFU, pois apresenta a menor eficiência de uso de nitrogênio (Tabela 7).

De forma geral, a eficiência de utilização diminuiu ou pouco se alterou no nível de 150% de N no solo, não ocorrendo a produção de biomassa pelos clones na mesma proporção da absorção e translocação de N, mesmo tendo aumento no acúmulo do nutriente nos tecidos, mas havendo queda na utilização interna do nutriente.

Neste sentido, Fageria (1998) relata que plantas em condição de alta disponibilidade de nutriente ocorre baixa eficiência de uso, pois se encontra em faixa de consumo de luxo, o que pode ter acontecido com os referidos clones. Amaral et al. (2011) observaram que a eficiência de utilização possui relação direta com variáveis como massa seca total (MST) e número de folhas (NF), sendo o mesmo observado neste trabalho.

Estudando os níveis de N em cada clone de cafeeiro conilon da cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, foi ajustado modelos de regressão para cada variável de eficiência nutricional (EFA, EFT e EFU) em função dos níveis de N recomendado para a cultura (Figuras 9, 10 e 11).



Continua...

Continuação...

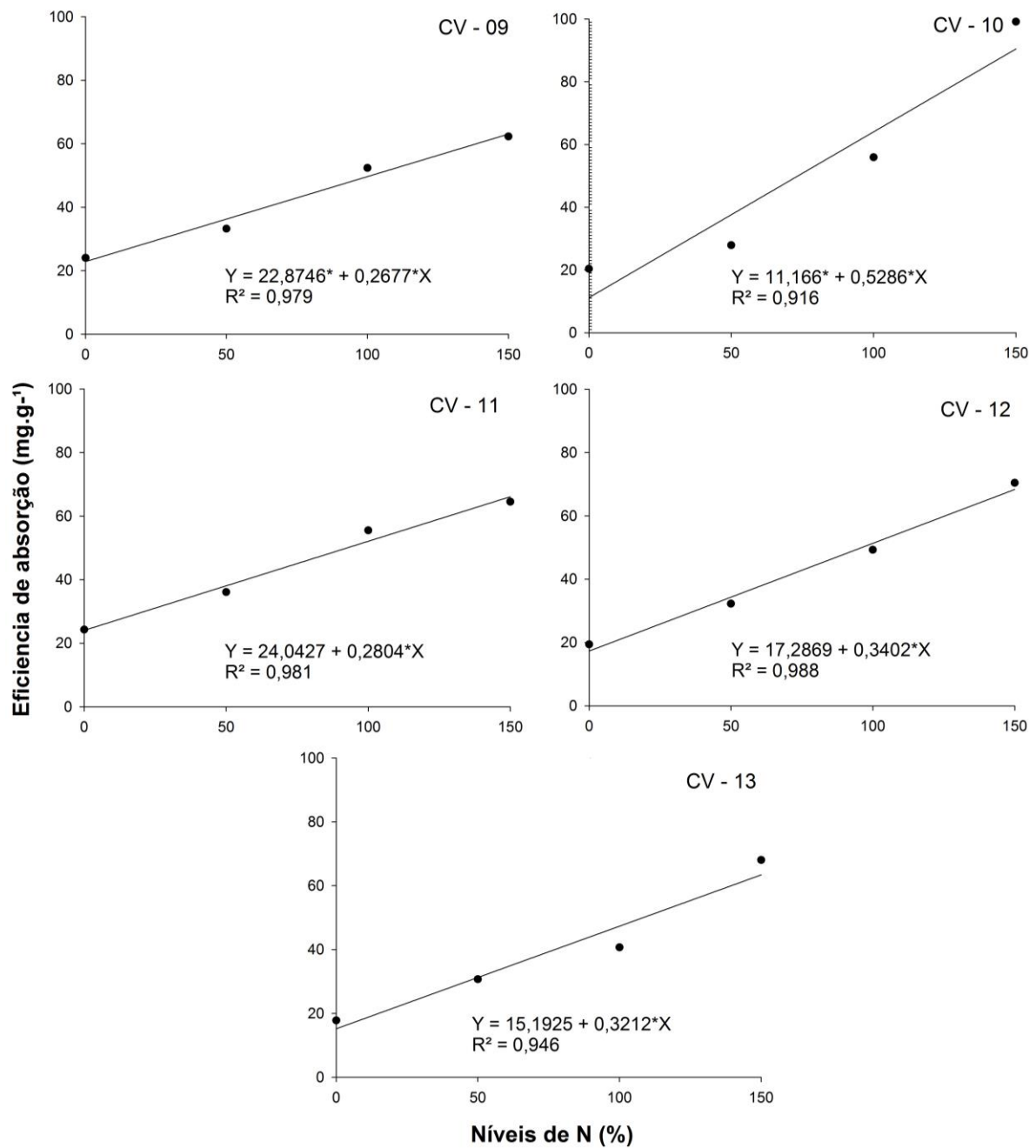
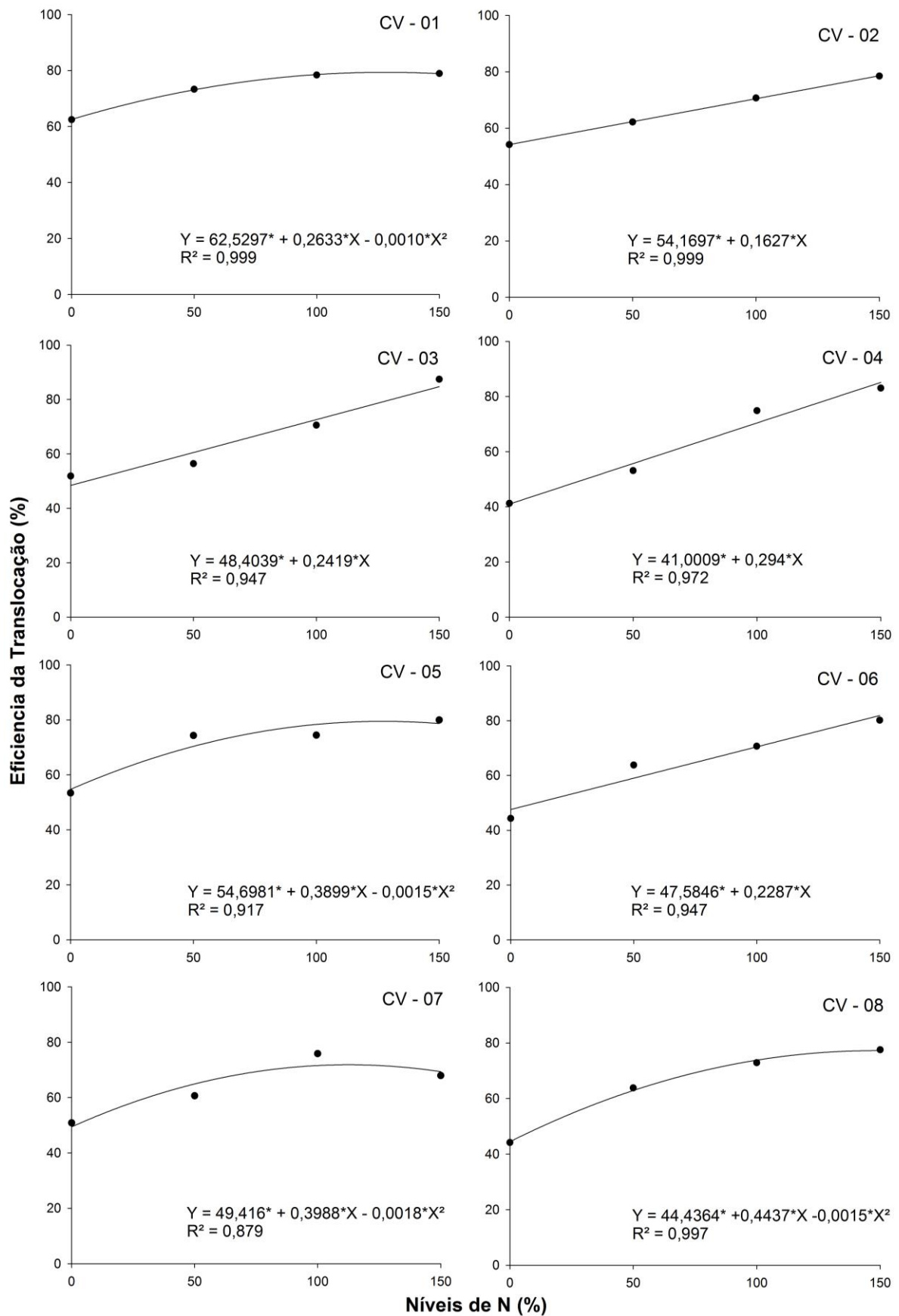


Figura 9 – Eficiência de absorção - EFA (mg.g<sup>-1</sup>) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).



Continua...

Continuação...

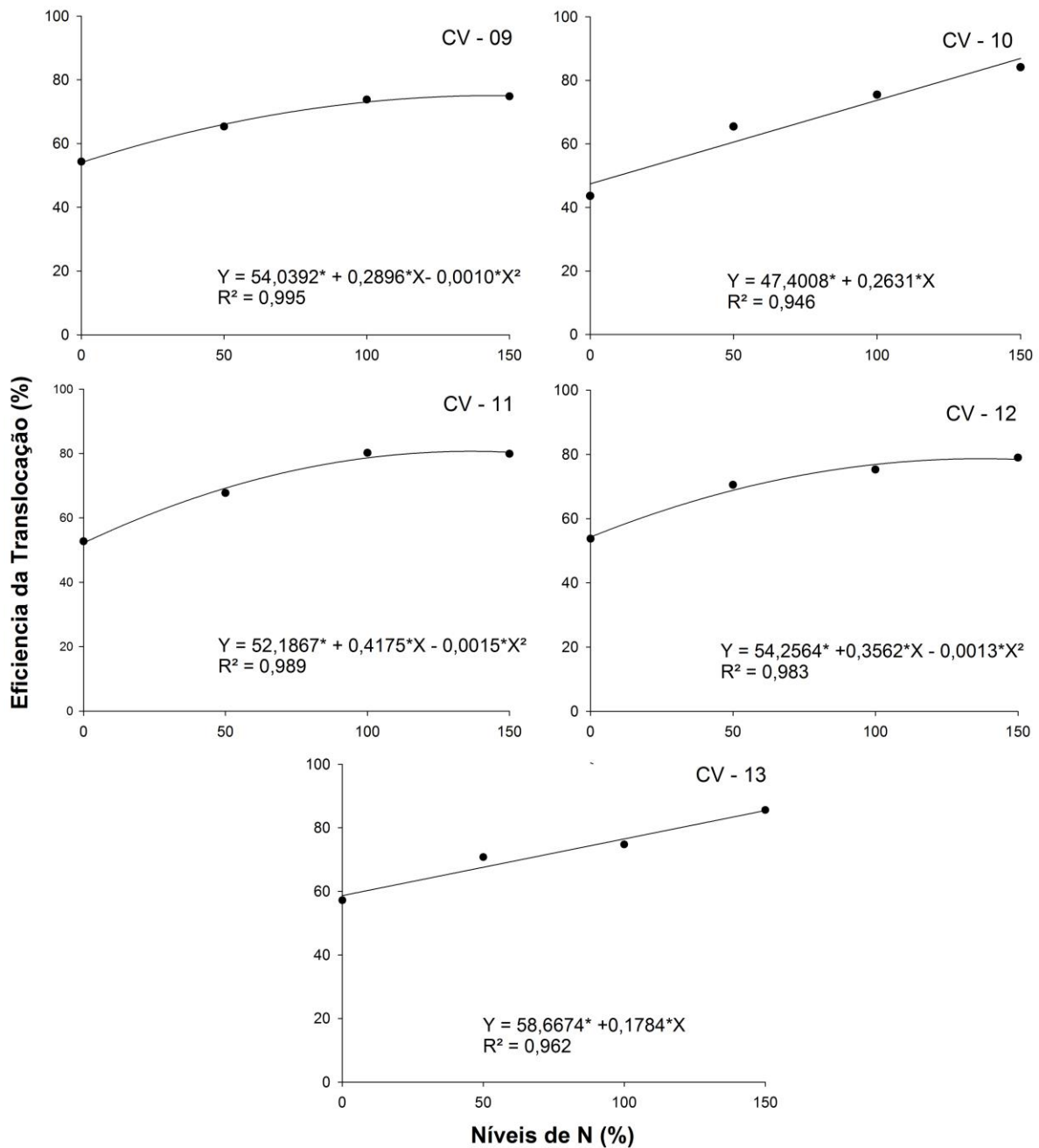
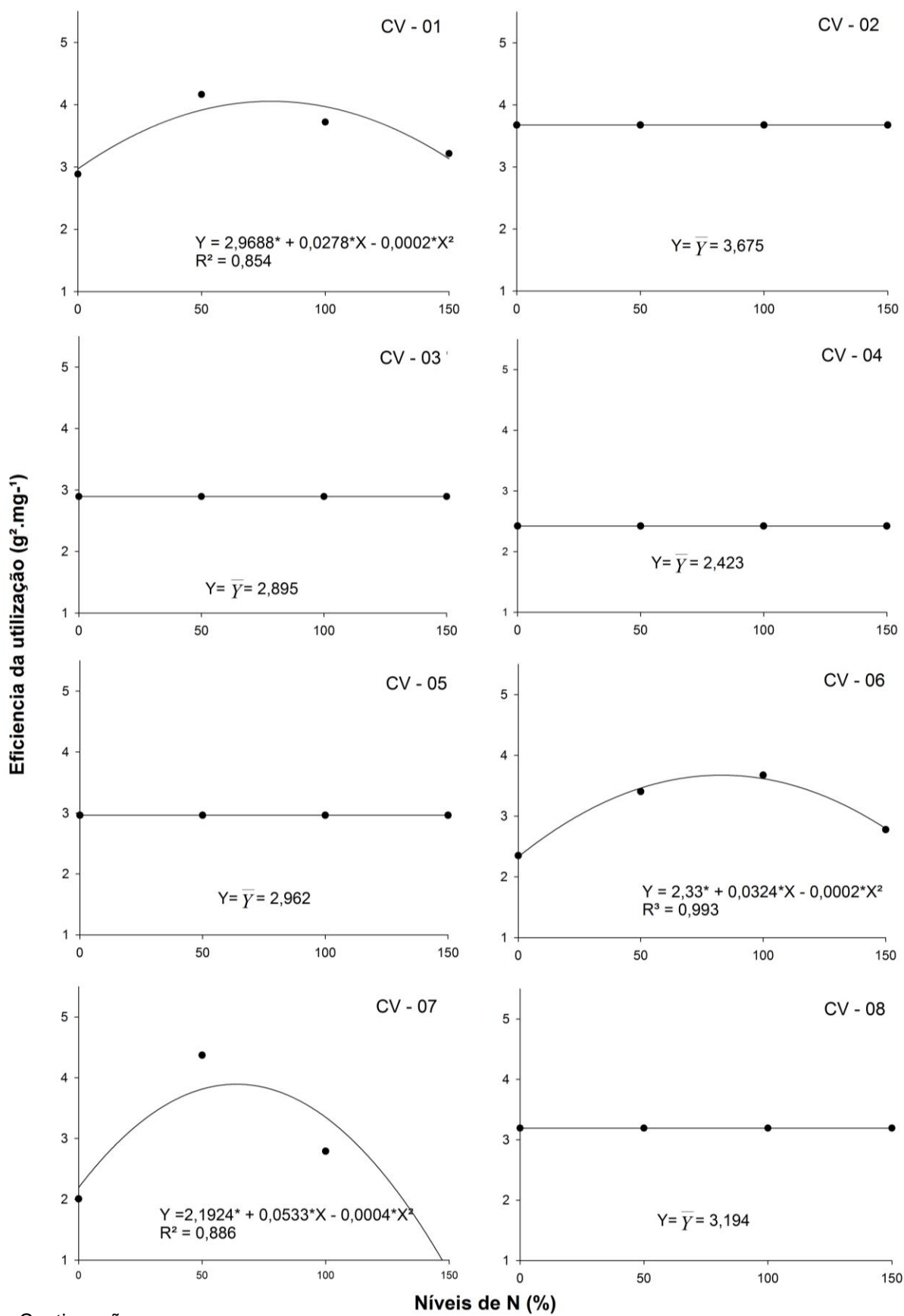


Figura 10 – Eficiência de translocação - EFT (%) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).





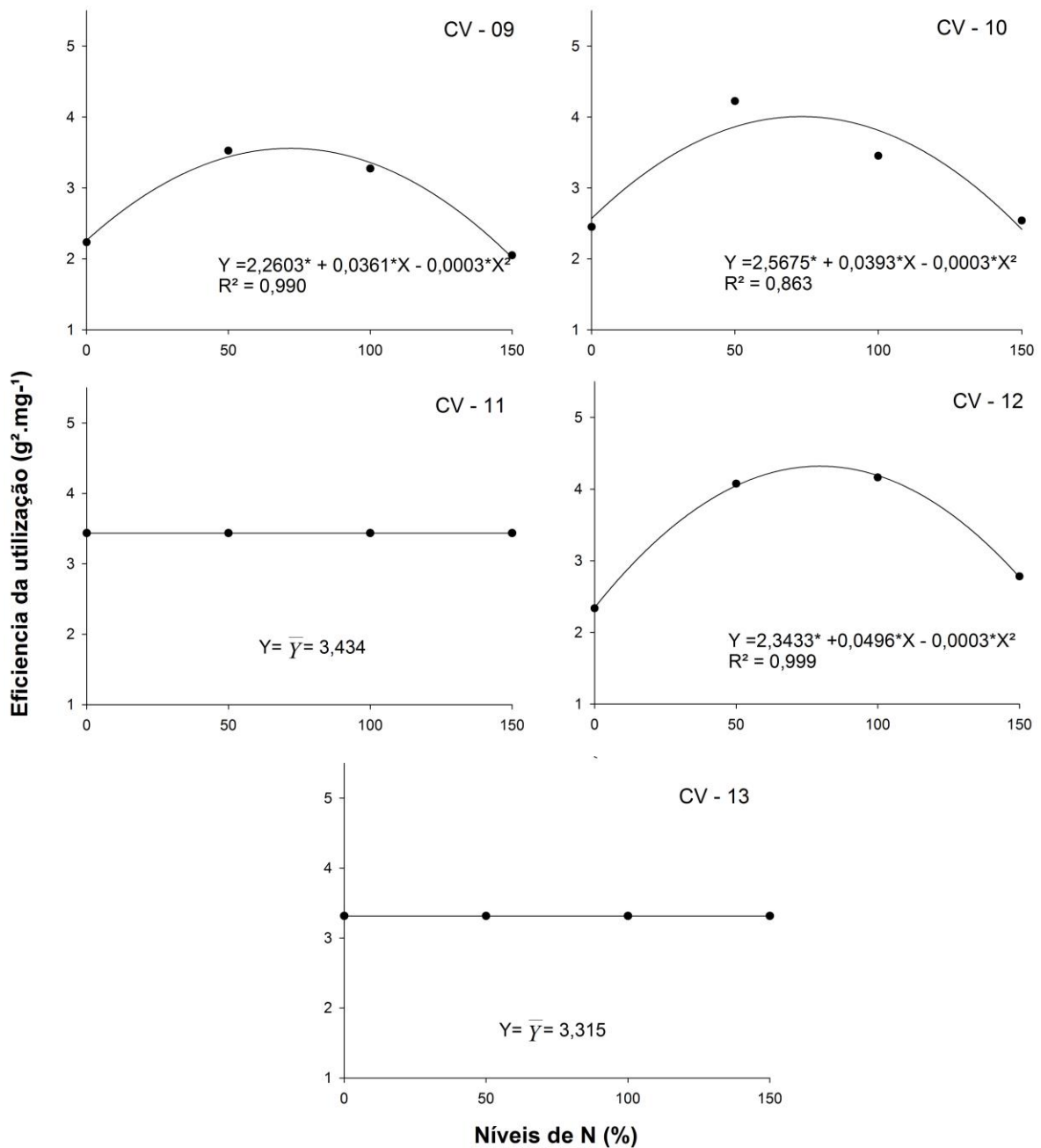


Figura 11 – Eficiência da utilização - EFU ( $\text{g}^2.\text{mg}^{-1}$ ) de clones de cafeeiro conilon em função dos níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150% de N recomendado para a cultura).

A variável eficiência de absorção para todos os 13 clones ajustou-se ao modelo polinomial de 1º grau, com coeficiente angular da reta positivo, com valores máximos no nível de 150% de N recomendado (Figura 9).

Verifica-se na análise das regressões da variável eficiência de translocação, para os clones CV-01, CV-05, CV-07, CV-08, CV-09, CV-11 e CV-12 ajuste ao modelo

polinomial de 2º grau, com concavidade para baixo, com pontos de máximas nos níveis de 131, 130, 108, 148, 145, 139 e 137% de N recomendado (Figura 10).

No entanto, os clones CV-02, CV-03, CV-04, CV-05, CV-06, CV-07, CV-10 e CV-13, esta variável ajustou-se ao modelo polinomial de 1º grau, com coeficiente angular da reta positivo, com valores máximos de eficiência de translocação no nível de 150% de N recomendado (Figura 10).

Segundo Amaral et al. (2011), a eficiência de utilização reflete a capacidade da planta se desenvolver e produzir bem sob determinado teor de nutriente no solo. Neste trabalho foi observado diversidade de resposta dos clones quanto à eficiência de utilização de nitrogênio.

Na análise das regressões da variável eficiência de utilização, observa-se para os clones CV-01, CV-06, CV-07, CV-09, CV-10 e CV-12 ajuste ao modelo polinomial de 2º grau, com concavidade para baixo, com pontos de máximas nos níveis de 69, 81, 66, 60, 65 e 82% de N recomendado (Figura 11).

Averigua-se ausência de ajuste de modelo biologicamente explicável para os clones CV-02, CV-03, CV-04, CV-05, CV-08, CV-11 e CV-13 da variável EFA (Figura 11).

As eficiências de absorção e de translocação para os clones CV-02, CV-03, CV-04, CV-06, CV-08 e CV-13 apresentaram valores crescentes de acordo com aumento dos níveis de N, sendo verificado o máximo crescimento no nível de 150% de N (Figuras 9 e 10).

Ao elevar a disponibilidade de nitrogênio acima do nível recomendado, para grande parte dos clones observou-se a diminuição da eficiência de utilização. Silva et al. (1996), relatam que ao se disponibilizar o nutriente em grande quantidade não necessariamente leva a maior produção de biomassa pelas plantas, apesar de se observar a elevação da absorção e o acúmulo do nutriente nos tecidos vegetais.

Em estudo feito por Tomaz et al. (2009) em casa de vegetação avaliando a eficiência de absorção, de translocação e de utilização de N e outros nutrientes em plantas de cafeeiros enxertados, verificou-se diferentes eficiências nutricionais das plantas, corroborando com este trabalho, que apresentou elevada variabilidade nas variáveis analisadas.

## 4.2 EFICIÊNCIA E RESPOSTA DE CLONES DE CAFEEIRO CONILON QUANTO AO NITROGÊNIO

O parâmetro  $\alpha$  (alfa) é um estimador da eficiência de utilização de nutrientes que considera o aumento de produção de biomassa aérea devido ao fornecimento de nutrientes às plantas. Para tanto, foi determinada a eficiência a adubação nitrogenada e responsividade dos clones de cafeeiro conilon que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, em relação ao nível 0 a 100% da recomendação de nitrogênio para cultura como proposto por Fox (1978) adaptada por Martins et al. (2013b) (Tabela 8 e Figura 12).

Tabela 8 - Classificação de clones de cafeeiro conilon que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, em relação à eficiência e à resposta à adubação nitrogenada

Clones	MSPA (g)*	MSPA (g)**	$\alpha$ (g g <sup>-1</sup> )***	Classificação
CV - 01	15,7	42,4	17,6	ER
CV - 02	15,4	38,1	14,5	ENR
CV - 03	9,6	34,7	16,1	ENR
CV - 04	13,0	40,9	22,5	ER
CV - 05	15,5	35,2	12,7	NENR
CV - 06	10,6	39,6	18,5	NER
CV - 07	11,8	31,1	12,8	NENR
CV - 08	11,3	30,3	12,2	NENR
CV - 09	14,1	37,0	18,1	ER
CV - 10	12,3	39,9	17,6	NER
CV - 11	12,8	39,0	16,7	NER
CV - 12	11,1	43,9	21,0	NER
CV - 13	14,1	30,7	10,8	ENR
Médias	12,9	54,85	16,23	

\* Massa seca da parte aérea, em gramas, no nível de 0 % de N.

\*\* Massa seca da parte aérea, em gramas, no nível de 100 % de N.

\*\*\* Parâmetro  $\alpha$ , em gramas, de massa seca da parte aérea produzida por N aplicado.

ER = eficiente e responsivo; ENR = eficiente e não-responsivo; NER = não-eficiente e responsivo; NENR = não-eficiente e não-responsivo.

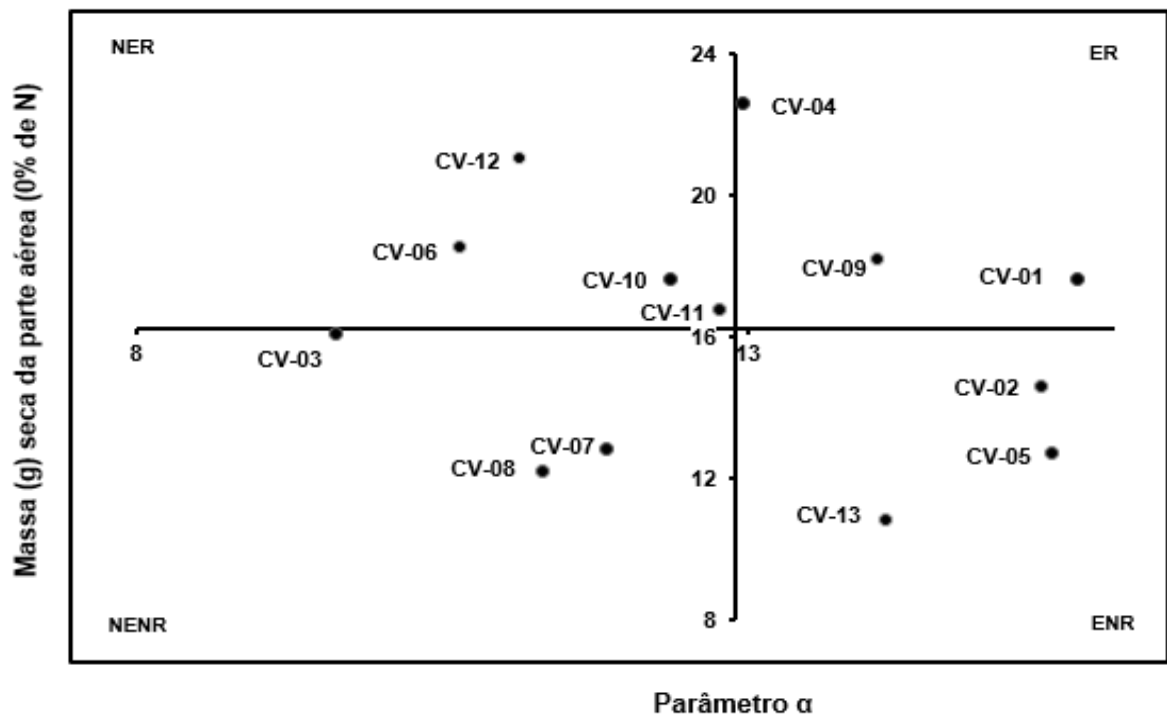


Figura 12 – Classificação de clones de cafeeiro conilon que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, em relação à eficiência e à resposta à adubação nitrogenada. ER = eficiente e responsivo; ENR = eficiente e não-responsivo; NER = não-eficiente e responsivo; e NENR = não-eficiente e não-responsivo.

Pode-se observar que os clones CV-01, CV-04 e CV-09 se posicionaram no primeiro quadrante como eficientes e responsivos (ER), permitindo afirmar que estes clones são eficientes na produção de massa seca em condições de restrição de nitrogênio no solo (Tabela 8 e Figura 12).

Os clones CV-06, CV-10, CV-11 e CV-12 se posicionaram no segundo quadrante sendo classificados como não eficientes e responsivos (NER), ou seja, tais clones apesar de ter respondido ao aumento das doses de nitrogênio, não produziram massa seca como os clones que se classificaram como ER e ENR em condições de ausência de N (Tabela 8 e Figura 12).

Os clones CV-02, CV-05 e CV-13 foram classificados como eficientes e não responsivos (ENR), devido a produzirem relativamente elevada massa seca na ausência de nitrogênio, mas não respondem ao incremento do nutriente ao solo (Tabela 8 e Figura 12).

Os clones CV-03, CV-07 e CV-08 se classificaram como não eficientes e não responsivos (NENR), pois apresentaram baixa produção de massa seca da parte

aérea tanto em condição de ausência de N como também nos acréscimos do nutriente no solo (Tabela 8 e Figura 12).

É sabido que o nitrogênio é o macronutriente mais utilizado pelas plantas (VAAST et al. 1998). Na busca pelo desenvolvimento sustentável, no segmento da cultura do café, se faz necessário o estudo da eficiência nutricional de nitrogênio de clones de cafeeiro conilon, identificando aqueles com adaptabilidade em situações de estresse nutricional, além de selecionar genótipos que sejam responsivos à adubação nitrogenada.

Claramente na ausência de aplicação de N (0% de N), os clones classificados pelo parâmetro  $\alpha$  (alfa) como eficientes e responsivos (ER) e os eficientes e não-responsivos (ENR) foram os que apresentaram as maiores médias na maioria das variáveis em estudo.

Esse resultado é explicado devido tais clones apresentarem elevada eficiência em condições de baixa fertilidade do solo em relação ao N, logo justificando os altos valores médios obtidos nas variáveis, ou seja, com o pouco de N presente naturalmente no solo, os clones foram vigorosos. Deve-se destacar o desempenho elevado que foi observado pelos clones CV-01, CV-02 e CV-05 nas variáveis em estudo (Tabelas 3, 5 e 7).

Os clones CV-01 e CV-02 se posicionaram no grupo de maior média em sete das 11 variáveis analisadas e o clone CV-05 em oito, sendo que estes três clones agruparam entre si ao mesmo tempo nas seguintes variáveis NR, NF, AF, MSPA e MST, ou seja, apresentaram comportamento semelhante nas variáveis de crescimento vegetativo e de massa seca (Tabelas 3 e 5).

Isto pode ser explicado, pelo menos em parte, pois segundo Gerloff e Galbeman (1983), o fato de plantas em condições de estresse nutricional, respondem de forma diferenciada, pois dependem da eficiência em adquirir o nutriente do meio externo, translocá-lo para a parte aérea e produzir eficientemente a biomassa, mesmo com quantidades pequenas de nutriente adquirido.

Diferenças genéticas entre genótipos da mesma espécie são relatadas por Fageria et al., (1998), que apresentam taxas variáveis de eficiência nutricional, entre elas de absorção, transporte e utilização dos nutrientes no interior das plantas. Os mesmos

pesquisadores ressaltam as possíveis mudanças da morfologia devido a diferente demanda nutricional, sendo o mesmo observado neste trabalho, onde se verifica diferentes valores nas variáveis analisadas.

Os clones que apresentaram valores médios baixos de massa seca da parte aérea na ausência de N (0% de N) foram classificados pelo parâmetro  $\alpha$  (alfa) como não-eficientes e responsivos (NER) e não-eficientes e não responsivos (NENR).

Desta forma, os clones CV-11 e CV-12, classificados como NER, apresentaram comportamento similar nas variáveis de crescimento vegetativo e de massa seca, alocando-se nos grupos de médias inferiores nas variáveis DC, NR, NF, MSR, MSPA e MST (Tabelas 3 e 5).

A cultura do café vem sendo cultivada em grande parte em solos com baixa fertilidade, levando a dependência de corretivos e fertilizantes químicos elevando o custo de produção. Baligar e Fageria (1997) ressaltam que para reduzir o uso de fertilizantes químicos e consequentemente o custo de produção, deve-se buscar plantas que sejam eficientes (absorção, translocação e uso) apenas com nutrientes disponíveis naturalmente no solo.

No nível de 100% de N recomendado para cultura, houve grande estratificação dos clones que apresentam médias superiores nas variáveis analisadas. Verifica-se que os clones CV-11 e CV-12 que foram classificados pelo parâmetro alfa como NER apresentaram uma ligeira vantagem, pois o clone CV-11 foi superior aos demais nas variáveis AP, NR e EFT, e o clone CV-12 na MSPA, MST e EFU (Tabelas 3, 5 e 7).

Em avaliação inicial de clones de cafeeiro conilon, Contarato et al. (2010) observaram diferentes comportamentos das variáveis de crescimento vegetativo e de massa seca da cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, apresentando elevados valores de massa seca (da raiz, da parte aérea e total) nos clones CV-01, CV-02, CV-04 e CV-12 corroborando com os dados obtidos neste trabalho.

Em pesquisas de melhoramento da cultivar clonal “Vitória Incaper 8142” para o estado do Espírito Santo, Fonseca et al. (2004) observaram o desempenho diferencial para altura de planta, apresentado pelo clone CV-11 que foi superior aos demais, sendo o mesmo observado neste trabalho.

## 6 CONCLUSÕES

1. Existe alta variabilidade genética entre os clones da cultivar clonal “Vitória Incaper 8142” tanto a características de crescimento e desenvolvimento inicial, quanto a absorção, translocação e utilização do nitrogênio;
2. Todos os clones ajustaram-se ao modelo polinomial de 1º grau na variável eficiência de absorção de nitrogênio em função das doses de N aplicados;
3. Os clones de cafeeiro conilon CV-03, CV-07 e CV-08 são classificados como eficientes e responsivos à adubação nitrogenada.



## 7 REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. F. T.; MARTINEZ, H. E. P.; LAVIOLA, B. G.; FILHO, E. I. F.; CRUZ, C. D. Eficiência de utilização de nutrientes por cultivares de cafeeiro. **Ciência Rural**, v.41, n.4, 2011.
- AMARAL J. F. T.; MARTINS L. D.; LAVIOLA B. G.; CHRISTO L. F.; TOMAZ M. A.; RODRIGUES W. N. A resposta diferencial de genótipos de pinhão-mansão em relação à absorção e utilização de fósforo é evidenciado por uma análise abrangente da eficiência nutricional. **Journal of Agricultural Science**, v.4, p.164-173, 2012
- BALIGAR, V. C.; FAGERIA, N. K. Nutrient use efficiency in acid soils: nutrient management and plant use efficiency. In Moniz, A.C. et al. (Ed.) Plant soil interactions at low pH. **Brazilian Soil Science Society**, p.75-95, 1998.
- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). Jaboticabal: **Funep**. 2 ed., p.41, 2003.
- BLAIR, G. Nutrient efficiency – what do we really mean. In: Randall, P.J., Delhaize, E., Richard, R.A.; Munns, R. **Genetic aspects of plant mineral nutrition**. Keuer Academic, Dordrecht, The Netherlands, p. 205-213, 1993.
- BRAGANÇA, S. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre)**, 2005, 99p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2005.
- BRAUN, H.; ZONTA, J. H.; LIMA, J. S. de S.; REIS, E. F. Produção de Mudas de café conilon propagadas vegetativamente em diferentes níveis de sombreamento. **Idésia**, Chile, v.25, n. 3, p.85-91, 2007.
- CARDOSO, P. M. R. **Análise biométrica da eficiência nutricional para nitrogênio em café (*Coffea arabica* L.)**. 2010, 100p. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2010.
- CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia, Programa de frijol. **Informe Annual**, Cali, Colombia, p.12-13. 1978.
- CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*; auto-incompatibilidade em *Coffea canephora*. **Bragantia**, p. 787-804, 1961.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira. Café: primeira estimativa da safra brasileira de café janeiro/2015**. Brasília, 2015. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_01\\_14\\_11\\_57\\_33\\_boletim\\_cafe\\_janeiro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_14_11_57_33_boletim_cafe_janeiro_2015.pdf)>. Acesso em: 22 janeiro, 2015.

CONTARATO, C. V.; SOBREIRA, F. M.; TOMAZ, M. A.; JESUS JUNIOR, W. C.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. G.; FERRÃO, R.G. Avaliação do desenvolvimento inicial de clones de café conilon (*Coffea canephora*). **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.1, p.65-71, 2010.

CHRISTO, L. F.; MARTINS, L. D.; COLODETTI, T. V.; RODRIGUES, W. N.; BRINATE S. V. B.; AMARAL J. F. T.; TOMAZ, M. A.; LAVIOLA, B. G. Differences between genotypes of *Jatropha curcas* L. are evidenced for absorption and use of nitrogen. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, p. 2085-2094, 2014.

DALCOLMO, J. M. **Biometria do crescimento de café conilon após poda programada de ciclo**. 2012, p.99. Tese de Doutorado em Produção Vegetal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2012.

DARDENGO, M. C. J. D.; REIS, E. F.; PASSOS, R. R. Influência da Disponibilidade Hídrica no Crescimento Inicial do Cafeeiro Conilon. **Bioseci.** J., Uberlândia, v. 25, n. 6, p. 1-14. 2009.

EBERHARDT, D. S.; SILVA, P. R. F.; RIEFFEL NETO, S. R. Eficiência de absorção e utilização de nitrogênio por plantas de arroz e de dois ecótipos de arroz vermelho. **Planta daninha**, v. 17, p. 309-323, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**, 1997.

FAGERIA, N. K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: **EMBRAPA-CNPAP**, p.425, 1989.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.1, p.6-16, 1998.

FAGERIA N. K.; MOREIRA A. O papel da nutrição mineral no crescimento radicular de plantas de cultivo. Avanços em Agronomia, Burlington: **Academic Press**, p. 251-331, 2011.

FAZUOLI, L. C.; BRAGHINI, M. T.; MISTRO, J. C.; SILVAROLLA, M. B. Café robusta: uma nova opção para a cafeicultura paulista. **O Agrônomo**, Campinas, p.71-74, 2007.

FENILLI, T. A. B.; REICHARDT, K.; FAVARIN, J. L.; BACCHI, O. O. S.; SILVA, A. L.; TIMM, L. C. Fertilizer 15N balance in a coffee cropping system: a case study in Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1459-1469, 2008.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H.; VERDIM FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. Café

conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas. Vitória, ES: **Incaper**, p.60, 2004.

FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. DA; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. C. Origem, dispersão, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora* In: FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A. da, BRAGANÇA, S. M., FERRÃO, M. A. G., DEMUNER, L. H. (eds.). *Café Conilon*. Vitória: **Incaper**, Cap.3, p.64-91, 2007.

FERREIRA, D. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. 35: 1039-1042, 2011.

FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. Conilon vitória – ‘INCAPER 8142’: variedade clonal de café Conilon. Vitória, ES: **Incaper**, p. 53, 2004.

FOX, R.H. Selection for phosphorus efficiency in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.9, n.1, p.13-37, 1978.

GERLOFF, G. C.; GABELMAN, W. H. Genetic basis of inorganic plant nutrition. In: LAÜCHLI, A.; BIELESKI, R.L. (Eds.). Inorganic plant nutrition. **Encyclopedia of Plant Physiology**. Berlim, New York, Tokyo: Springer-Verlag, v.15, p.453-486, 1983.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. **Nutrição Mineral do cafeeiro**. Curso de Pós Graduação “Lato Sensu” (Especialização) Tutoria à Distância - UFLA/FAEPE, Lavras - MG, 1997, p.70.

HIREL, B.; BERTIN, P.; QUILLÉRE, I. The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n.9, p. 2369-2387, 2007.

KRAISER, T.; GRAS, D. E.; GUTIÉRREZ, A. G.; GONZÁLEZ, B.; GUTIÉRREZ, R. A. A holistic view of nitrogen acquisition in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.62, p.1455–1466. 2011.

LI, B.; MCKEAND, S. E.; ALLEN, H. L. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. **Forest Science**, v.37, n.2, p.613-626, 1991.

MALAVOLTA, E. Nutrição, Adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A. B. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. **Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisas da Potassa e do Fosfato**, p.447, 1986.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro. São Paulo: Agronômica **Ceres**, p.64-126, 1993.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas-princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: **Potafós**, p.319, 1997.

MARTINS, L. D.; NOGUEIRA, N. O.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do; BRINATE, S. V. B. Taxa de crescimento de plantas de café arábica em função da aplicação de corretivos alternativos de acidez dos solos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.10, p.1-10, 2010.

MARTINS, L. D. **Eficiência nutricional de fósforo de clones de cafeeiro conilon**. 2011, p.102. Dissertação de mestrado (Fitotecnia) em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, 2011.

MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; CHRISTO, L. F.; RODRIGUES, W. N.; COLODETTI, T. V.; BRINATE, S. V. B. Alterações morfológicas em clones de cafeeiro conilon submetidos a níveis de fósforo. **Scientia Plena**, v.9, p.1-11, 2013a.

MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; BRAGANCA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P. Efficiency and response of conilon coffee clones to phosphorus fertilization. **Revista Ceres**, v.60, p.406-411, 2013b.

MARTINS, L. D.; MACHADO, L. S.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. The nutritional efficiency of *Coffea* ssp. A review. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, p.726-734, 2015.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Biossinalização. In: LEHNINGER, A. L. Princípios de bioquímica. 5. Ed. **Sarvier**: São Paulo, cap. 13. p.340-377, 2010.

PAIVA, A. V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. M.; FERRAZ, A. V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Forestalis**, v.37, n.84, p.499-511, 2009.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; SILVA, M. G.; RAMALHO, J. C. Seasonal vegetative growth of different age branches of conilon coffee tree. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.3, p.619-626, 2010.

PEDROSA, A. W.; FAVARIN, J. C.; VASCONCELOS, A. L. S.; CARVALHO, B. V.; OLIVEIRA, F. B.; NEVES, G. B. resíduo de brachiaria fertilizada com nitrogênio na adubação do cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 3, p. 366-373, 2014

PEREIRA, J. B. D. **Eficiência nutricional de nitrogênio e de potássio em plantas de café (*Coffea arabica* L.)**, 1999, p.99. Tese (doutorado) – Viçosa-MG – Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1999.

PREZOTTI, L. C; LANI, J. A; BRAGANÇA, S. M. Cafeeiro. In: PREZOTTI, L. C; GOMES, J. A; DADALTO, G. G; OLIVEIRA, J. A. Manual de recomendação de

calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo (5ª aproximação). Vitória: **Seea/Incapar/Cedagro**, p.111-118, 2007.

RAMOS, L. C. S.; LIMA, M. M. A. Avaliação da superfície relativa do sistema radicular de cafeeiros. **Bragantia**, v.39, n.1, p.1-5, 1980.

REIS JR. R. A.; MARTINEZ, H. E. P. Adição de Zn e absorção, translocação e utilização de Zn e P por cultivares de cafeeiro. **Scientia agrícola**, v.59, n.3, p.537-542, 2002.

RENA, A. B.; DAMATTA, F. M. O sistema radicular do cafeeiro: estrutura e ecofisiologia. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002.

RYLE, G. J. A.; POWELL, C. E.; GORDON, A. C. The respiratory costs of nitrogen fixation in soyabean, cowpea, and white clover. II. Comparisons of the cost of nitrogen fixation and the utilization of combined nitrogen. **Journal of Experimental Botany**, v. 30, p. 145-153, 1979.

SEAG – Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca, **Cafeicultura no Estado**, Apresenta textos e dados sobre café. Disponível. <<http://www.seag.es.gov.br>>. Acesso em: 06 outubro. 2014.

SIDDIQI, M. Y.; GLASS, A. D. M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.4, n. 3, p. 289-302, 1981.

SILVA, I. R.; FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R. Eficiência nutricional para potássio em espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 20, p. 257-264, 1996.

SILVA, F. C. (Org.) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Rio de Janeiro: **Embrapa Solo**, 1999, p.370.

SOUZA M. E. **Correlação adulto juvenil para eficiência nutricional e comportamento de clones de *Eucalyptus grandis* em dois níveis de Fertilidade do Solo**. Viçosa-MG, 1994, p.102. Tese de Mestrado - Universidade de Federal de Viçosa, 1994.

SWIADER, J. M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F. G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal of Plant Nutrition**, v.17, n.10, p. 1687-1699, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5.ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2013, p. 918.

TOMAZ, M. A.; SAKIYAMA, N. S.; MARTINEZ, H. E. P.; ZAMBOLIM, L.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. A. Efeito de diferentes porta-enxertos na eficiência nutricional de

mudas de café em cultivo hidropônico. **Anais Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café e Saúde**, 3, Porto Seguro, BA. Brasília, DF: Embrapa Café, p. 287-288, 2003.

TOMAZ, M. A.; MARTINEZ, H. E. P.; CRUZ, C. D.; FERRARI, R. B.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S. Eficiência de absorção, translocação e utilização de nitrogênio, fósforo e enxofre por plantas de cafeeiros enxertadas, cultivadas em vaso. **Anais do Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, v.4, Londrina, PR. Brasília, DF: Embrapa - Café, CD-ROM, p.5, 2005.

TOMAZ M. A.; MARTINEZ H. E. P.; CRUZ C. D.; FERRARI R. B.; ZAMBOLIM L, S.; AKIYAMA N. S. Diferenças genéticas na Eficiência de absorção, na translocação e na utilização de K, Ca e Mg em mudas de cafeeiro das enxerta. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1540-1546, 2008.

TOMAZ. M. A.; MARTINEZ, H. E. P; CRUZ, C. D.; FREITAS, R. S. de; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S. Eficiência relaciona a absorção e utilização de nitrogênio, fósforo e enxofre, em plantas de cafeeiros enxertadas, cultivadas em vasos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.4, p.993-1001, 2009.

VAAST, P.; ZASOSKI, R. J.; BLEDSOE, C. S. Effects of solution pH, temperature, nitrate/ammonium rates and inhibitors on ammonium and nitrate uptake by Arabica coffee in short term solution culture. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.21, n.7, p.1551- 1564, 1998.

VITTI, G. C.; FAVARIN, J. L.; RESENDE, L. O.; & TREVISAN, W. Manejo do nitrogênio em diversos sistemas de produção agrícola. Piracicaba, **Serrana/FEALQ/GAPE**, 1999, p.38.

VOSE, P. B. Aspectos genéticos da nutrição mineral - progresso até o momento. In: Gabelman WH, Loughman BC (Ed.). Aspectos genéticos da nutrição mineral de plantas. **Dordrecht: Martinus Nijhoff**, 1987, p. 3-13.

USDA – United States Department of Agriculture. **Coffee: World Markets and Trade. 2014**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline>>. Acesso em: 20 Dez. 2014.